Érica da Cunha Maciel Milanez
Débora Barreto Teresa Gradella
Marco Antônio Andrade de Souza

MANUAL DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO **ENSINO DE BIOQUÍMICA:**

Um novo olhar para o ensino de bioquímica **no ensino médio**

Atena Editora
Ano 2022

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

MULTIDISCIPLINAR

Atena
Editora
Ano 2022

Manual de atividades investigativas no ensino de bioquímica: um novo olhar para o ensino de bioquímica no ensino médio

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Autores: Érica da Cunha Maciel Milanez
Débora Barreto Teresa Gradella
Marco Antônio Andrade de Souza

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M637 Milanez, Érica da Cunha Maciel
Manual de atividades investigativas no ensino de bioquímica: um novo olhar para o ensino de bioquímica no ensino médio / Érica da Cunha Maciel Milanez, Débora Barreto Teresa Gradella, Marco Antônio Andrade de Souza. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0129-2
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.292220605

1. Bioquímica. 2. Ensino médio. I. Milanez, Érica da Cunha Maciel. II. Gradella, Débora Barreto Teresa. III. Souza, Marco Antônio Andrade de. IV. Título.
CDD 572

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

O Manual de Atividade Investigativas no Ensino de Bioquímica é um material de apoio a todos os professores interessados na inovação do processo de ensino aprendizagem. Traz um novo olhar para o ensino de Bioquímica no ensino médio, com práticas exitosas e motivadoras que, por serem de cunho investigativo, despertam a curiosidade e interesse dos alunos.

Este Manual contém oito Atividades Práticas Investigativas contemplando os mais diversos conteúdos da Bioquímica, aumentando, assim, o repertório dos professores, enriquecendo suas aulas e as tornando mais dinâmicas, rumo ao protagonismo discente.

Aproveite o máximo as informações aqui apresentadas para aperfeiçoamento de sua trajetória profissional. Boa leitura!

PREFÁCIO

Meu nome é Érica da Cunha Maciel Milanez, professora de Biologia do Ensino Básico. Há exatamente dez anos iniciei minha carreira profissional na Educação cheia de sonhos, perspectivas e com o desejo de tornar o ensino de Biologia atraente e prazeroso, de forma a despertar o interesse dos alunos. Nunca vi sentido no Ensino por si só, sem contextualização com o cotidiano, e com isso, iniciei uma busca incessante de alternativas diferenciadas que permitissem um ensino com significados. Nesta busca incessante já trabalhei com jogos de diversos tipos, com teatro, feiras, júri-simulados, experimentos, aulas de campo, enfim, diversas metodologias ativas. Como professora não consigo deixar de pesquisar e buscar novos recursos metodológicos para preparar uma nova aula, mesmo se referindo a um conteúdo que já fora abordado por mim várias vezes. Como meus colegas de trabalho dizem: “mais, você inventa muita coisa!!!”.

A Biologia é uma área encantadora, que me fascina, e penso como não se encantar pelas diversas formas de vida, assim como tudo que a permeia. Busco cativar meus alunos para a uma visão holística do mundo, rumo à qualidade de vida. Conheci o Ensino por Investigação há dois anos, quando iniciei o Mestrado Profissional em Biologia, pelo programa PROFBIO do CEUNES/UFES, que ampliou minha forma de ver a educação, mudando minha forma de lecionar e de enxergar meu aluno. Aprendi muito com as autoras Carvalho, Scarpa e Sasseron, que entre outros, contribuíram, muito, com a minha formação acadêmica.

A vida é um grande aprendizado e este trabalho surgiu de uma inquietação em relação aos conteúdos bioquímicos, um tema atual, cotidiano, essencial para a qualidade de vida, porém amplo e abstrato, que gera distanciamento dos alunos. Nessa minha trajetória de ensino percebi como os alunos têm dificuldade em associar a Bioquímica ao dia a dia, à qualidade de vida, mesmo abordando estes conteúdos de forma lúdica, contextualizada e priorizando conhecimentos prévios. Percebi que os alunos chegam na última etapa do Ensino Médio sem associar a continuidade do conhecimento, uma vez que os conceitos de Bioquímica são o arcabouço para os estudos de outros conteúdos biológicos. Assim, surgiu a motivação de elaborar atividades práticas investigativas no ensino de Bioquímica, com intuito de aproximar a Biologia da Química e da realidade do aluno, além de fornecer um material de apoio que auxilie outros professores de Biologia a realizarem práticas investigativas no Ensino dos conteúdos básicos de Bioquímica do Ensino Médio.

APRESENTAÇÃO

Caros professores,

Venho por meio deste Manual de Atividades Práticas Investigativas no Ensino de Bioquímica fornecer aos professores de Biologia um material de apoio que contribua na elaboração das aulas de Bioquímica no Ensino Médio, com metodologias investigativas que contribuam para a autonomia do aluno. A partir da observação, de questionamentos, de conhecimentos prévios, da dúvida, da reflexão, do levantamento de hipóteses e da solução de problemas pretende-se que os alunos sejam capazes de construir o seu próprio conhecimento, sendo o professor o mediador desse processo.

A Bioquímica é um conteúdo de difícil assimilação e compreensão por parte dos alunos e de professores do Ensino Básico, por ser um conteúdo extenso, complexo e abstrato, além de seus conceitos serem abordados em tópico de Química (3º ano) e Biologia (1º ano) do Ensino Médio, ofuscando a interdisciplinaridade. Este trabalho surgiu a partir de algumas inquietações, tais como: "De que forma os conteúdos bioquímicos são trabalhados no Ensino Médio? Quais os desafios e limitações dos docentes de Biologia em trabalhar com conteúdos bioquímicos no contexto escolar? Como trabalhar a Bioquímica de maneira investigativa? Como entender a Bioquímica na percepção cotidiana?"

Num mundo contemporâneo, onde os conhecimentos de Ciência e Tecnologia avançam de maneira acelerada, almeja-se um ensino atraente, que desperte o interesse do aluno, que seja significativo, relacionado com o cotidiano e com a realidade. Com isso, as novas metodologias de ensino vêm ganhando cada vez mais espaço no ambiente educacional e o ensino por investigação confere uma alternativa metodológica em oposição às metodologias arcaicas, ainda amplamente utilizadas na atualidade.

Com o intuito de fornecer ao professor de Biologia um material que seja favorável para o processo de ensino aprendizagem foi elaborado este Manual contendo oito atividades práticas investigativas referentes aos conteúdos bioquímicos substâncias inorgânicas: água e sais minerais e substâncias orgânicas: vitaminas, carboidratos, lipídios, ácidos nucleicos e proteínas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001 e com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES). Espero que esse Manual seja uma ferramenta de apoio muito utilizada e que auxilie os professores no planejamento de aulas mais dinâmicas e significativas, aumentando o interesse e a curiosidade dos alunos pelo estudo da Bioquímica

Bom trabalho!

SUMÁRIO

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 01

DESVENDANDO O MISTÉRIO DAS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS E ORGÂNICAS

INTRODUÇÃO

Dos mais de 92 elementos químicos naturais, aproximadamente 23 são essenciais para o organismo vivos, dentre eles o carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S), que participam com um total de 99% da massa da maioria das células. Desconsiderando a água e os íons inorgânicos como, por exemplo, o potássio, praticamente todas as moléculas de uma célula têm o carbono como base (ALBERTS et al., 2017). A compreensão da Bioquímica é essencial para o entendimento das funções vitais do organismo, sendo de suma importância o conhecimento das moléculas que compõem os seres vivos. A química dos organismos vivos está em torno das propriedades básicas dos compostos de carbono (FELTRE, 2004), em formar quatro ligações fortes com outros átomos de carbono, bem como com átomos de H, O, S e N, que conforme a teoria estrutural de Kekulé contribuíram para a reconstrução histórica do conceito de compostos orgânicos no meio científico. Contudo, Feltre afirma que

> "essa divisão da Química em Orgânica e Inorgânica é apenas didática, pois as leis que explicam o comportamento dos compostos orgânicos são as mesmas que explicam o dos inorgânicos. Além disso, existem substâncias, como, por exemplo, CO, CO2, H2CO3 e carbonatos, HCN e cianetos etc., que são consideradas compostos de transição, pois encerram carbono mas têm propriedades mais próximas às dos compostos inorgânicos" (FELTRE, 2004).

Os alunos do Ensino Médio da Rede Estadual possuem dificuldade de diferenciar compostos inorgânicos de compostos orgânicos, e de compreender a presença destas substâncias nos vários processos vitais que ocorrem ao nosso redor. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)

> "mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia" (BRASIL, 1999).

Esta atividade prática investigativa tem como intuito instigar os alunos sobre a existência e diferença entre as substâncias inorgânicas e orgânicas, sua classificação, assim como a compreensão de processos vitais a partir de perguntas norteadoras que "lancem o sujeito num processo de busca permanente pelo conhecimento", valorizando o raciocínio crítico, a observação e a contextualização a partir de um problema (HONORATO & MION, 2009), utilizando como base os princípios da teoria estrutural de Kakulé, fundador

da Química Orgânica.

PROBLEMA:

Quais as substâncias formam o corpo humano? Qual é a composição do ser vivo? Somos feitos de quê? Qual é a origem de nossa célula?

PERGUNTAS NORTEADORAS:

1 - O que os seres decompositores fazem no processo de decomposição?

2 - Qual a diferença de adubação química para adubação orgânica?

3 - De que são feitas as nossas células? Qual a sua composição?

4 - O que acontece bioquimicamente no processo fotossintético?

OBJETIVOS

- Permitir aos alunos identificar e diferenciar as substâncias inorgânicas das substâncias orgânicas a partir da reconstrução histórica.
- Permitir que os alunos conheçam quais são as moléculas que compõem os seres vivos.
- Fazer com que os alunos saibam identificar processos bioquímicos ocorridos no cotidiano, relacionando as substâncias inorgânicas e orgânicas.
- Estimular a observação, o raciocínio crítico e a investigação.
- Propiciar momentos de pesquisa e de socialização em grupos.

MATERIAIS

Tabela 1. Pesquisa inicial - Substâncias inorgânicas e orgânicas

Figura 1. Fichas - Fórmulas estruturais dos compostos orgânicos. Ligação covalente.

Figura 2. Fichas – Fórmulas estruturais dos compostos inorgânicos. Ligação covalente.

Figura 3. Fichas – Fórmulas estruturais dos compostos inorgânicos. Ligação iônica.

PROCEDIMENTOS

Número de aulas: 2 aulas

Quantidade de alunos: 40

OBS: Anteriormente à aula prática pedir para cada aluno, individualmente, pesquisar em casa os itens descritos na (Tabela 1). A pesquisa deve ser feita no caderno de aula.

SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS E INORGÂNICAS		
	SUBSTÂNCIAS	**CARACTERÍSTICAS**
1	Substâncias inorgânicas	
2	Substâncias orgânicas	
OBS:		

Tabela 1. Pesquisa de substâncias inorgânicas e orgânicas.

1º aula

- Os alunos devem se reunir em grupos (Sugestão: seis a sete grupos).

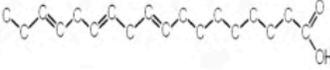
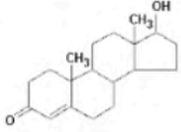
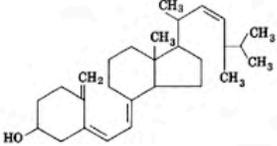
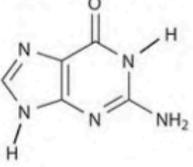
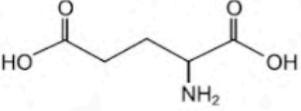
1º etapa - Perguntas norteadoras

No primeiro momento cada grupo receberá perguntas norteadoras e deverá respondê-las com base em conhecimentos prévios.

2º etapa - Classificação das 35 fichas

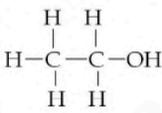
Cada grupo receberá um envelope contendo 35 cartas já recortadas (Figura 1).

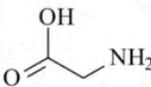
Cada grupo deverá classificar as moléculas (Figuras 1,2,3,4) em dois grupos. Para isso, é necessário criar dois critérios de classificação.

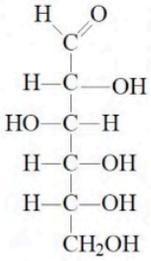
H3C CH3 H3C H3C
OH
CH3
C20H30O
(Vitamina A)
CH3 OH
HO
C18H24O2
(Estrogênio)
H3C CH3
CH3
CH3
CH3
HO
C27H46O
(Colesterol)
OH
CH3CH2CH=CH(CH2)nCOOH
(Ômega 3)
OH
CH3
CH3
O
C19H 28O2
(Testosterona)
CH3
CH3
CH3
CH3
CH2
CH3
HO
C27H44O
(Vitamina D)
O
H
N
N
N
N
NH2
H
C5H5N5O
(Guanina)
O O
HO OH
NH2
C5H9NO4
(Ácido glutâmico)

CH_4

(Metano)

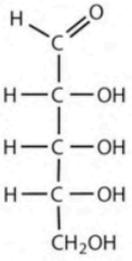
C_3H_6O

(Acetona)

C_2H_5OH

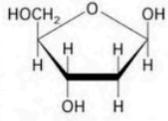
(Etanol)

$C_2H_5NO_2$

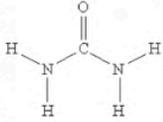
(Glicina)

$C_{12}H_{24}O_{12}$

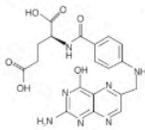
(Açúcar de cozinha)

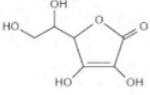
*RNA

$C_5H_{10}O_5$

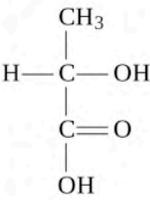
(Ribose)

*DNA

$C_5H_{10}O_4$

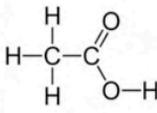
(Desoxirribose)

CH_4N_2O

(Ureia)

$C_{19}H_{19}N_7O_6$

(Ácido Fólico ou Vitamina B9)

$C_6H_8O_6$

(Vitamina C ou Ácido ascórbico)

$C_3H_6O_3$

(Ácido lático)

*Vinagre

CH_3COOH

(Ácido Acético)

Continua...

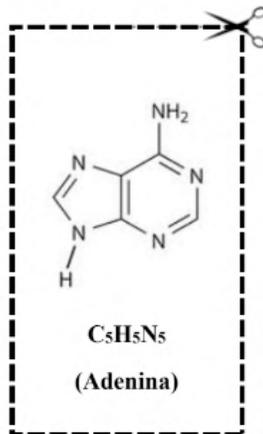
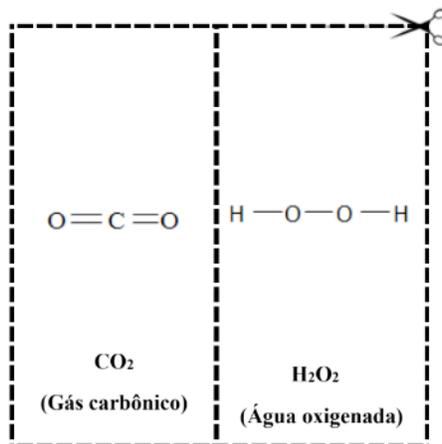
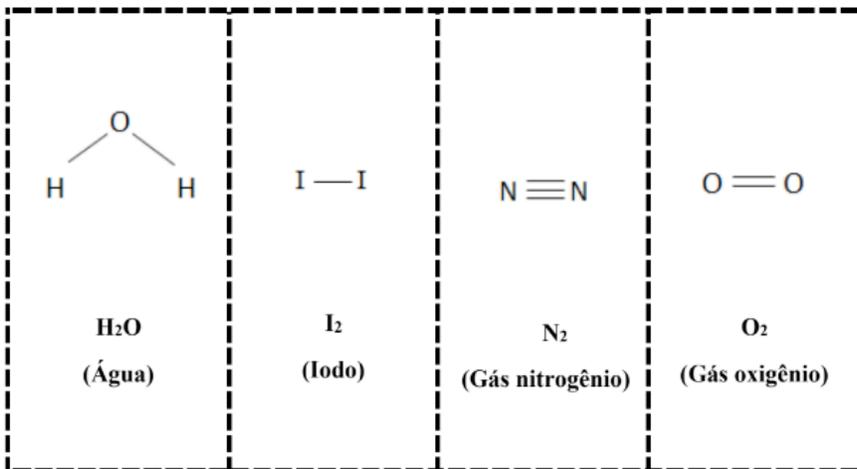



Figura 1. Fichas - Fórmulas estruturais dos compostos orgânicos. Ligação covalente.

H—O—H	I—I	N≡N	O=O
H_2O	I_2	N_2	O_2
(Água)	(Iodo)	(Gás nitrogênio)	(Gás oxigênio)

O=C=O	H—O—O—H
CO_2	H_2O_2
(Gás carbônico)	(Água oxigenada)

Figura 2. Fichas – Fórmulas estruturais dos compostos inorgânicos. Ligação covalente.

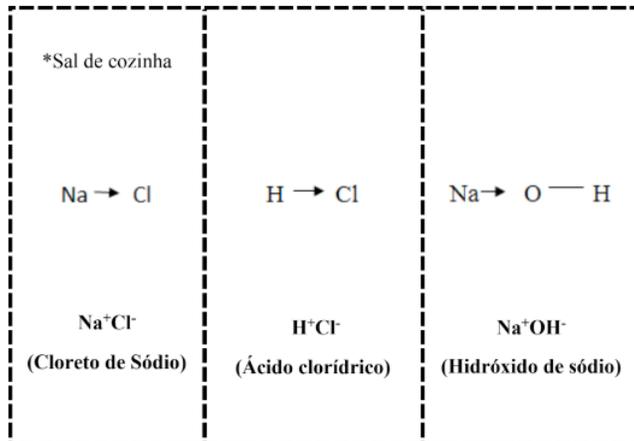



Figura 3. Fichas – Fórmulas estruturais dos compostos inorgânicos. Ligação iônica.

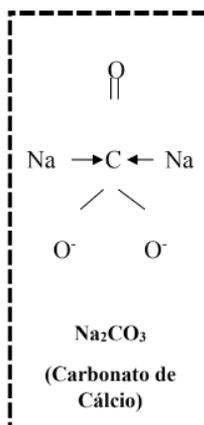
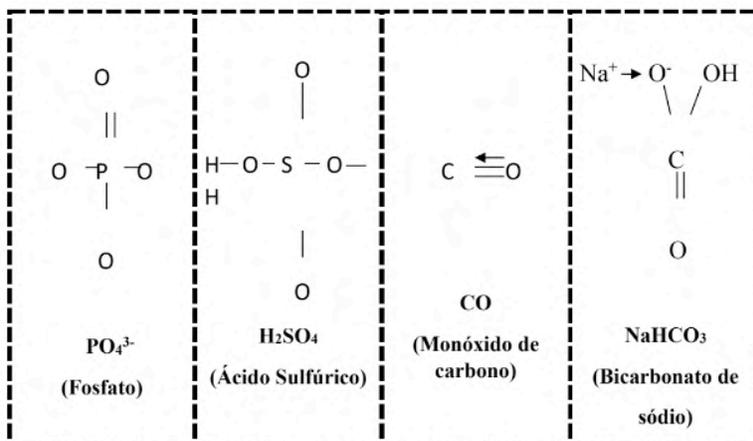



Figura 4. Fichas – Fórmulas estruturais dos compostos inorgânicos. Ligação covalente especial.

OBS: Espera-se que os alunos percebam que algumas moléculas possuem carbono e outras não e que algumas moléculas possuem carbono associado com outros elementos químicos como hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N).

PROFESSOR: Espera-se que o critério de classificação escolhido pelos alunos seja: primeiro as substâncias inorgânicas e segundo as substâncias orgânicas ou o contrário. Se os alunos, por si só, não chegarem a essa classificação, o professor deve anotar qual o critério que cada grupo utilizou, para uma posterior abordagem em sala de aula e orientação sobre a referida classificação.

- Após a classificação, entregar aos alunos o bloco de perguntas.

3º etapa - Bloco de perguntas

QUESTÃO 1 - Quais substâncias foram classificadas como inorgânicas? Por quê? QUESTÃO 2 - Quais substâncias foram classificadas como orgânicas? Por quê? QUESTÃO 3 - Qual critério foi utilizado para classificar as substâncias em inorgânicas e orgânicas?

OBS: Professor, oriente os alunos a colocarem nas respostas apenas o nome das substâncias e não as fórmulas.

Sugestão para o professor: Pedir para os alunos pesquisarem, individualmente, os termos Eutrofização; Lixão a céu aberto; Aterro sanitário; Compostagem; Chorume; Húmus; Hipótese heterotrófica da origem da vida; Composição dos seres vivos; Equação química da fotossíntese e Equação química da respiração celular, para serem abordadas durante o embasamento do conteúdo.

2º aula

- Analisar as respostas do bloco de perguntas com os alunos, discutir sobre pontos relevantes da atividade prática, desafios e dificuldades.
- Fazer a contextualização das perguntas norteadoras relacionando a presença de substâncias inorgânicas e orgânicas nas células, nos seres vivos e no mundo ao nosso redor.
- Fazer uma breve reconstrução histórica sobre o conceito de compostos orgânicos.
- Fazer um link entre o conteúdo substâncias inorgânicas e orgânicas aos processos de extrema relevância vital como a fotossíntese, cadeia alimentar, decomposição, origem da vida, descarte adequado do lixo, liberação de gases que agravam o efeito estufa, contaminação das águas, além da presença e

composição de seres vivos.

Sugestão para o professor:

- Fazer questionamentos que levem os alunos a relacionar que na fotossíntese substâncias inorgânicas são transformadas em substâncias orgânicas e que na decomposição as substâncias orgânicas são transformadas em substâncias inorgânicas, constituindo assim o ciclo da matéria.
- Permitir que os alunos compreendam que as substâncias orgânicas sintetizadas na fotossíntese entram na cadeia alimentar e que ao final da decomposição elas voltam a ser substâncias inorgânicas. Que os alunos compreendam que a decomposição ocorre em substâncias orgânicas.
- Questioná-los como surgiu o primeiro ser vivo. Como surgiu a primeira célula? De que ela é formada?
- Instigá-los em relação à composição dos seres vivos. De que somos feitos? Quais são as substâncias orgânicas?
- Embasar teoricamente e historicamente os pontos relevantes do conteúdo e introduzir a abordagem bioquímica dos tipos de nutrientes: substâncias inorgânicas (água e sais minerais) e substâncias orgânicas (vitaminas; carboidratos; lipídios; ácidos nucleicos e proteínas).

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B.; BRAY, D.; HOPKIN, K.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Fundamentos da Biologia Celular**, 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2017, 864p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

FELTRE, R. **Química Orgânica**, 6. ed., São Paulo: Moderna, 2004, 428p.

HONORATO, M. A.; MION, R. A. A. Importância da Problematização na Construção e na Aquisição do Conhecimento Científico pelo Sujeito. VII Enpec. Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://150.162.8.240/somente-leitura/PNAP_2011_1/Modulo_1/Metodologia_Estudo_Pesq_Adm/Material_didatico/Textos_apoio/IMPORTANCIA_DA_PROBLEMATIZACAO_NA_CONSTRUCAO_E.pdf>. Acesso em: 21 de set. de 2020.

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica. Fonte: https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 02

IDENTIFICAÇÃO DAS BIOMOLÉCULAS - FUNÇÕES ORGÂNICAS

INTRODUÇÃO

Os compostos orgânicos se diferenciam dos inorgânicos por apresentarem átomos de carbono distribuídos em cadeias e/ou ligados diretamente ao hidrogênio.

Para uma cadeia carbônica ser inserida na classe de compostos orgânicos ela precisa conter, além de carbonos e hidrogênios, um grupo funcional. Em Química Orgânica, grupo funcional se define como uma estrutura molecular que confere às substâncias comportamentos químicos semelhantes.

O conjunto de compostos que apresentam o mesmo grupo funcional é denominado Função Orgânica, que segundo Watanabe et al. (2014) "é um dos conteúdos escolares em que os alunos apresentam grandes dificuldades de aprendizagem". Assim, dentre as diversas tendências que visam superar o ensino conteudista, a contextualização e a motivação são grandes aliados no processo de ensino-aprendizagem da Química Orgânica, sendo possível perceber a presença de muitos compostos no dia a dia, "dando significado aos conteúdos e permitindo o desenvolvimento da capacidade de interpretar e analisar dados, avaliando e tomando decisões próprias" (OLIVEIRA et al., 2015).

Para o estudo das biomoléculas é importante conhecer bem as funções químicas e os grupos funcionais que as determinam, contudo, iremos abordar nesta atividade prática apenas os principais grupos funcionais presentes na estrutura das biomoléculas que compõem os seres vivos, como carboidratos (aldeído e cetona), lipídios (álcool e ácido carboxílico), proteínas (grupamento amina), ácidos nucleicos (grupamento fosfato), além dos grupamentos metil, amida e sulfidrila.

PERGUNTAS NORTEADORAS:

- Será que é possível diferenciar as biomoléculas? Se sim, de que forma?
- As biomoléculas possuem a mesma estrutura química? Tem algum fator associado a isso?
- O tipo de elemento químico e/ou de função orgânica influencia na função de cada biomolécula?

OBJETIVOS

- Estimular a curiosidade do aluno através da pesquisa e discussão em grupo.
- Permitir que os alunos identifiquem quais as principais funções orgânicas presentes nas biomoléculas que compõem os seres vivos.

- Investigar a composição dos seres vivos a partir da análise estrutural das biomoléculas.
- Reconhecer quais são os componentes químicos essenciais para a vida.

MATERIAIS

- Tabela 1. Elementos químicos que compõem as biomoléculas
- Tabela 2. Grupos funcionais
- Figura 1. 1º GRUPO DE FICHAS: Biomoléculas - Estrutura
- Tabela 3. 2º GRUPO DE FICHAS: Funções orgânicas - Nomes
- Tabela 4. 3º GRUPO DE FICHAS: Biomoléculas - Funções
- Tabela 5. 4º GRUPO DE FICHAS: Biomolécula - Nomes

OBS: Os traços pontilhados nas fichas indicam que cada uma deve ser recortada antes de ser entregue aos alunos. Para facilitar, o professor poderá plastificar as fichas e separá-las por envelopes.

PROCEDIMENTOS:

Número de aulas: 2 aulas

Quantidade de alunos: 40 alunos

1º Etapa

Atividade para casa: Na aula anterior à atividade prática, pedir para cada aluno, individualmente, pesquisar os itens descritos nas tabelas 1 e 2.

1- Pesquisar quais elementos químicos compõem as moléculas de carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucleicos e ATP (Tabela 1).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS	
Substâncias orgânicas	**Elementos químicos que as compõem**
Carboidratos	
Lipídios	
Proteínas	
Ácidos nucleicos	
ATP	

Tabela 1. Elementos químicos que compõem as biomoléculas.

2 - Pesquisar os grupos funcionais das funções orgânicas (Tabela 2). OBS: Nesta atividade cada aluno deverá fazer a estrutura de cada grupo funcional na segunda coluna.

FUNÇÕES ORGÂNICAS	GRUPO FUNCIONAL
FUNÇÕES OXIGENADAS	
ÁLCOOIS	
ALDEÍDOS	
CETONAS	
ÁCIDO CARBOXÍLICO	
GRUPO METILA	
FUNÇÕES NITROGENADAS	
GRUPO AMINA	
GRUPO AMIDA	
OUTROS	
GRUPO FOSFATO	
GRUPO SULFIDRILA	

Tabela 2. Grupos funcionais.

1º aula - 2º Etapa

- A turma será dividida em seis grupos.
- O professor instigará os alunos com as perguntas norteadoras.

Sugestão para o professor: Anotar as respostas dos alunos para discutir ao final ou na segunda aula.

- Cada grupo receberá as fichas referentes à estrutura das biomoléculas (Figura 1) e cada grupo terá que identificar, com um círculo, as funções orgânicas presentes em cada biomolécula. OBS: Para isso é importante ter, em mãos, as tabelas 1 e 2, referentes à pesquisa para casa, para auxiliá-los.

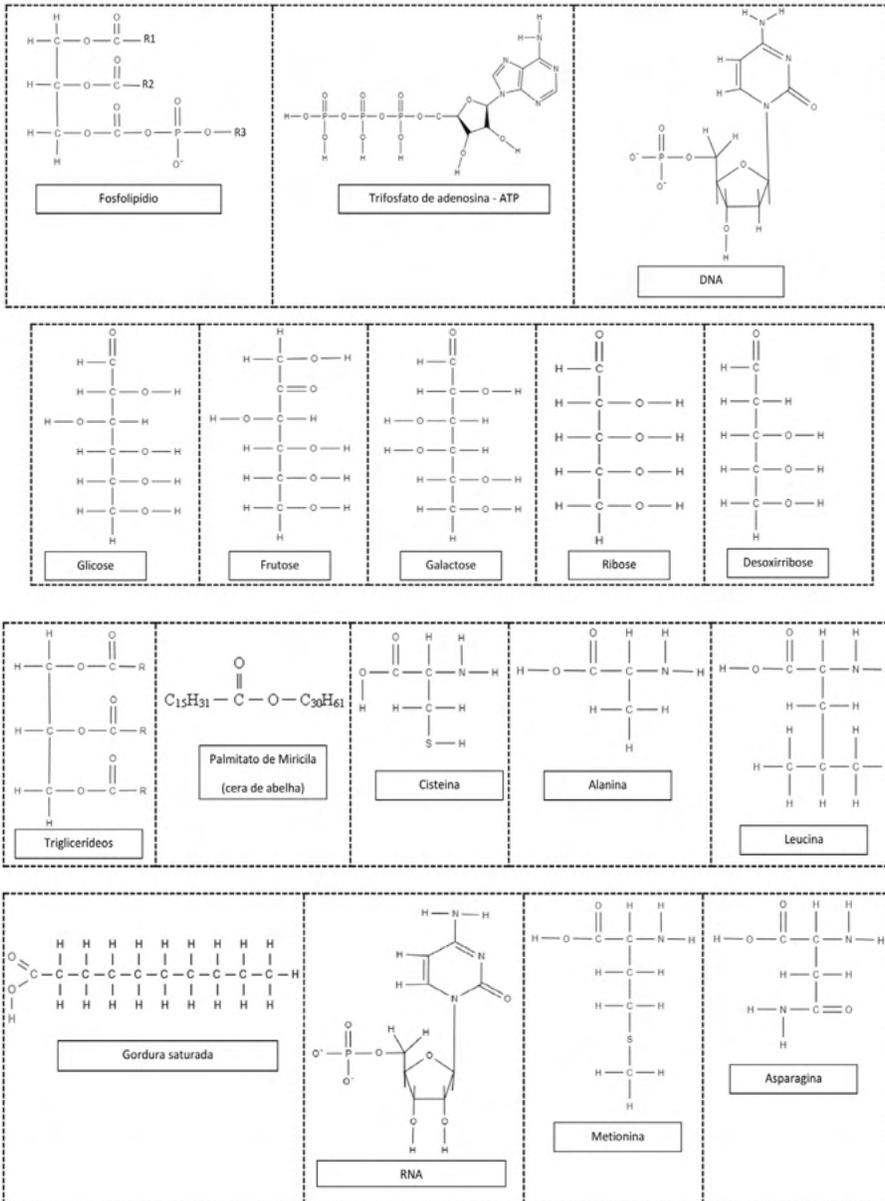



Figura 1. Biomoléculas: Estrutura.

- Após identificarem as funções orgânicas presentes nas biomoléculas, cada grupo receberá o segundo grupo de fichas (Tabela 3), referente aos nomes das funções orgânicas, com o intuito de verificar o nome da função orgânica demarcada.

ÁLCOOIS	ALDEÍDO	CETONA
ÁCIDO CARBOXÍLICO	GRUPO METILA	GRUPO AMINA
GRUPO AMIDA	GRUPO FOSFATO	GRUPO SULFIDRILA

Tabela 3. Fichas: Funções orgânicas - Nomes.

- Em seguida, os alunos receberão o terceiro grupos de fichas (Tabela 4) e o grupo deverá associar a biomolécula com sua função específica. Para tal, é importante a discussão em grupo.

FUNÇÃO: Energética (1º fonte energética da célula)	FUNÇÃO: Energética extra (2º fonte energética da célula)	FUNÇÃO: Construtora (Constrói células, tecidos e órgãos)
FUNÇÃO: Armazenar e transmitir as informações genéticas. (Confere a diversidade dos seres vivos)	FUNÇÃO: Armazenar e transportar energia para as células. (Moeda energética da célula)	

Tabela 4. Biomoléculas - Funções

- Por fim, cada grupo receberá a quarta ficha (Tabela 5) referente ao nome de cada biomolécula para associar à substância correspondente a cada fórmula apresentada.

Tabela 5. Biomoléculas - Nomes.

Nesta atividade, ao final, os alunos serão capazes de:

- Reconhecer as funções orgânicas presentes nas substâncias.
- Identificar e nomear as funções orgânicas presentes nas substâncias.
- Associar a biomolécula à sua respectiva função na célula.
- Associar as estruturas químicas às biomoléculas.

Por fim, cada grupo deverá especificar qual o critério de classificação foi utilizado ao definir as moléculas como carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.

OBS: Como se pode observar, em meio às biomoléculas está presente uma molécula de ATP e cabe ao professor, na explicação, expor que a molécula de ATP é composta por um nucleotídeo com dois fosfatos a mais, com função de liberar energia para o nosso corpo.

Com base no exposto, cada grupo responderá às perguntas norteadoras em uma folha separada e os resultados serão discutidos na próxima aula.

2º aula

- Embasamento teórico. Fazer a contextualização das perguntas norteadoras com o conteúdo funções orgânicas, relatar cada etapa da atividade prática, quais desafios e dificuldades, assim como itens relevantes ao processo de investigação durante a observação das moléculas, da análise das imagens, da discussão em grupo, da construção, desconstrução, reconstrução de argumentos e reflexão dos resultados.

Sugestão para o professor: Ressaltar, em vistas a facilitar o estudo e a compreensão das biomoléculas, que conforme em um supermercado, os produtos estão separados por itens, de acordo com sua semelhança. Assim, também ocorre com as substâncias químicas.

Com o uso do aparelho data show os resultados da atividade prática investigativa poderão ser expostos e com a participação da turma o professor propiciará momentos de discussão, instigando o reconhecimento das biomoléculas e das funções químicas presentes em cada uma delas, a partir das próprias imagens utilizadas no percurso da referida atividade prática.

REFERÊNCIAS

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica. Fonte: https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610.

OLIVEIRA, B. R. M. **Contextualizando algumas propriedades de compostos orgânicos com alunos de ensino médio**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 14(3): 326-339, 2015.

WATANABE, L. A.; RAMOS, G. C.; WATANABE, L. A.; MOURA, S. R.; FREITAS, A. M. L. Avaliação do Ensino-Aprendizado de Funções Orgânicas. 12 SIMPEC, Ceará, 2014. Disponível em: http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/4265-9973.html. Acesso em: 21 de set. de 2020.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 03

DESCOBRINDO AS PROPRIEDADES DA ÁGUA ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS

INTRODUÇÃO

Esta atividade prática investigativa aborda as propriedades da água, contextualizando-as com o dia a dia dos alunos. A água possui propriedades incomuns e a partir delas que as estruturas biológicas e as reações bioquímicas ocorrem, despertando o interesse dos alunos em reconhecer, nomear e entender suas características, o que torna mais fácil o ensino se pudermos testar ou experimentar cada uma delas (BARRA & LORENZ, 1986). Nesta atividade prática os alunos serão instigados a identificar as propriedades da água, a partir de situações problemas, e através da pesquisa, experimentação, observação, discussão, confronto de ideias e reflexão dos resultados, os alunos serão desafiados a chegar às suas conclusões, oportunizando habilidades cognitivas. Assim, o professor, mediador das ações, deve orientar os alunos ao longo do processo de investigação, proporcionando condições para que entendam, compreendam o que estão fazendo (BATISTA & SILVA, 2018) e desenvolvam o protagonismo discente.

OBJETIVOS

- Identificar as propriedades da água.
- Reconhecer a presença de água em várias situações do dia a dia.
- Perceber a importância da água para os processos vitais.
- Estimular a pesquisa individual e a autonomia do aluno.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Tabela 1. Propriedades da água (para pesquisa)
- Seis listas contendo, cada uma, os seis experimentos
- Tabela 2. Ficha de observação/Diário de bordo
- 1º e 2º Blocos de perguntas

PROCEDIMENTOS

Número de aulas: 4 aulas

Quantidade de alunos: 40

1° aula

- No início da aula o professor irá organizar a turma em seis grupos e fará uma diagnose onde cada grupo terá que responder as perguntas iniciais (1° bloco de perguntas) para testar seus conhecimentos prévios.

Perguntas iniciais (1° bloco de perguntas):

1 - De manhã quando vamos à praia, num dia a 40ºC, a água está gelada e a areia muito quente, enquanto à noite observa-se o contrário: a areia está fria e a água está quente. Por que isso acontece?

2 - Por que a água e o óleo não se misturam?

3 - Por que quando tomamos banho quente o espelho do banheiro fica embaçado?

4 - Por que a água que sai de uma torneira mal fechada cai em forma de gota?

5 - O conteúdo do sachê de chá dissolve melhor na água quente ou na água fria? Por quê?

6 - Por que alguns insetos conseguem andar sobre a água?

7 - O que acontece se colocarmos um ramo de rosa branca num copo com corante colorido? Por que isso acontece?

8 - Por que o açúcar dissolve na água?

9 - Por que em dias de frio sai uma fumaça da nossa boca quando conversamos?

10 - O que acontece quando colocamos a ponta de um guardanapo de papel na água?

11 - Para os filhotes das aves nascerem (ex: galinha) seus ovos precisam ser chocados, ou seja, aquecidos por um período de incubação de 21 dias. Para isso, a temperatura ideal do ambiente deve variar entre 37,4 e 37,8°C, para que o embrião se desenvolva bem dentro do ovo. O que acontece com o ovo se a galinha sai temporariamente do ninho para beber água e se alimentar?

12 - Por que colocar sal no gelo esfria rapidamente a bebida?

OBS: Após responderem as perguntas iniciais o professor irá entregar a lista de materiais para a aula prática e deixar que os alunos se organizem, em 6 grupos, decidindo quem vai trazer o quê.

- Cada lista de material já vem numerada com os experimentos de 1 a 6. Cada grupo deverá trazer o material necessário para a realização de cada experimento, uma vez que cada grupo fará os seis experimentos.
- Todos os materiais são de fácil acesso e de baixo custo, sendo a maioria usado no cotidiano residencial.
- Pedir aos alunos preencherem, em casa, tabelas informativas sobre o conteúdo propriedades da água de forma individual e manuscrito (Tabela 1), para utilizar na segunda aula durante a realização dos experimentos.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA - ÁGUA	
Nome do aluno:	
Propriedades da água	**Características**
Capilaridade	
Solvente Universal (Polaridade)	
Mudanças de Estados Físicos	
Calor Específico	
Movimento Browniano	
Tensão Superficial	

Tabela 1. Propriedades da água.

2º aula

- No laboratório de Ciências ou em outro ambiente, a critério do professor, já estarão os procedimentos dos experimentos numerados de 1 a 6, seguindo a mesma numeração da lista de materiais. Cada grupo realizará os experimentos, seguindo as orientações dos procedimentos: organizará a bancada, já numerada com os materiais do experimento e, em rodízio, passará por cada bancada. Ao término, todos os grupos terão passado pelas seis bancadas e terão realizado os seis experimentos.

EXPERIMENTO 1

MATERIAIS E REAGENTES:

- 4 Copos pequenos de plástico ou de vidro transparente
- Caneta hidrocor ou pincel de quadro branco para anotações
- Espátula ou colher
- Água
- 1 Medidor de água
- 1 Frasco de 100 ml de acetona
- 100 g de sal de cozinha
- 100 ml de óleo de cozinha

PROCEDIMENTO:

1. Etiquetar os quatro copos transparentes: dois com rótulos água e dois com rótulos de solvente apolar (acetona).

2. Encher a metade de dois copos com água e encher a metade dos outros dois copos com acetona.

3. Organizá-los na bancada na seguinte sequência: 1 copo com água e 1 copo com acetona, na ordem.

4. Adicionar uma ponta de espátula ou colher de sal de cozinha em um copo contendo água e igual porção no outro copo contendo a acetona.

5. Mexer e observar o que acontece nos dois copos (um com água e outro com acetona).

6. Repetir os procedimentos 4 e 5 usando, agora, o óleo ao invés do sal e os outros dois copos contendo água e acetona, respectivamente.

EXPERIMENTO 2

MATERIAIS:

- 4 Pedrinhas de gelo (cubra-as com papel alumínio, pois conserva por mais tempo).
- 1 Xícara transparente com pires (pode ser substituído por um béquer e uma placa de petri)
- Garrafa térmica de 1 litro com água quente

OBS: Levar o gelo numa bolsa térmica para a escola.

PROCEDIMENTO:

1. Em casa:

Ao encher as forminhas de gelo com água e colocá-las no congelador por algumas horas, o que acontece?

Na escola:

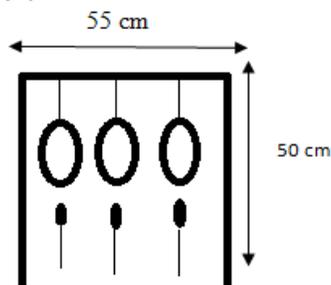
2. Coloque uma pedrinha de gelo na xícara vazia e, após, despeje rapidamente água quente até a metade da xícara.

3. Observe o que acontece.

4. Em seguida, coloque o pires em cima da xícara, deixe de 30 segundos a 1 minuto e veja o que acontece.

EXPERIMENTO 3

MATERIAIS:

- 1 Rolo de barbante
- 2 Funis pequenos de plástico
- 3 Bexigas de aniversário pequenas
- 3 Velas do mesmo tamanho
- 1 Flanela
- 1 Tabuleiro de bolo grande (retangular)
- 1 m de TNT
- 100 g de areia
- Água da torneira
- Fósforo ou acendedor de fogão multiuso (com isqueiro)
- 1 suporte de madeira ou de cano de 55 cm de largura x 50 cm de altura (Figura 1).

OBS: O suporte pode ser substituído por duas cadeiras, um cabo de vassoura, um pedaço de madeira (ripa) ou cano. É só colocar o cabo de vassoura ou o pedaço de madeira ou o cano apoiado por cima das cadeiras e seu suporte estará pronto.

PROCEDIMENTO:

1. Com o auxílio do funil encha 1 bexiga de aniversário com água. Com o outro funil encha a segunda bexiga com areia (complete-a com ar) e a terceira bexiga apenas com ar.

OBS: As bexigas têm que ficar praticamente do mesmo tamanho ao enchê-las.

2. Após, amarre um pedaço de barbante em cada bexiga e em seguida amarre as bexigas no suporte dando um espaço de 10 a 15 cm entre elas (as três bexigas têm que ficar do mesmo tamanho e da mesma altura).

3. Use o TNT para forrar abaixo do suporte e coloque o tabuleiro por cima.

4. Dentro do tabuleiro e embaixo de cada bexiga coloque uma vela.

5. Acenda a vela e anote o tempo em que cada bexiga irá estourar.

OBS: A flanela é para limpar as possíveis sujeiras.

EXPERIMENTO 4

MATERIAIS:

- 3 Copos de vidro ou béquer (de mesmo tamanho/formato)
- Caneta hidrocor ou pincel de quadro branco para anotações
- Água a temperatura ambiente
- Garrafa térmica de 1 litro com água quente
- Garrafa térmica de 1 litro com água gelada
- 3 (sachês) saquinhos de chá ou anilina alimentar (corante de alimentos)

OBS: Para as medidas de água o importante é que sejam, visualmente, as mesmas para comparação (meio copo cada).

PROCEDIMENTO:

1. Pegue três copos de vidro e coloque um sachê de chá em cada copo. Após, acrescente ao mesmo tempo a água em temperaturas diferentes (1º copo - água natural; 2º copo água quente e 3º copo água gelada).

2. Observe o que acontece.

OBS: Se não for possível fazê-lo ao mesmo tempo, colocar a água no sachê na seguinte ordem: Primeiro a água gelada; Segundo a água em temperatura ambiente; Terceiro a água quente.

EXPERIMENTO 5

MATERIAIS E REAGENTES:

- Dois copos de vidro transparente ou um béquer
- Purpurina e orégano
- 2 Palitos de dente
- Água da torneira
- Detergente e/ou shampoo
- 1 Recipiente medidor de água

PROCEDIMENTO:

1. Encher os dois copos com água.

2. Coloque devagar a purpurina num copo e o orégano no outro copo (não coloque muita purpurina nem orégano, coloque apenas o suficiente para cobrir a superfície).

3. Molhe a ponta de um dos palitos no detergente e toque no centro da superfície da purpurina. Pegue o outro palito, molhe a ponta no shampoo e faça o mesmo com o orégano.

5. Observe o que acontece.

EXPERIMENTO 6

MATERIAIS:

- 3 Copos de plásticos (aquele de cafezinho é melhor) ou utilize xícaras de café pequenas, ou béquer.
- Água
- Anilina - corante alimentar (opcional)
- 2 Folhas de guardanapo ou papel toalha (recortar em 4 partes)

PROCEDIMENTO:

1. Pegue o primeiro copo de plástico, encha-o com água e pingue 5 gotas de anilina.

2. O segundo copo deixe-o vazio.

3. Agora pegue o copo com água do item 1 e o copo vazio do item 2. Enrole um guardanapo, tipo um pavio, e coloque uma ponta dentro do copo com água e a outra ponta no copo vazio.

4. Observe o que acontece.

5. Em seguida, pegue o terceiro copo, acrescente água e pingue 5 gotas de anilina (que estava reservada). Pegue um guardanapo, encoste a pontinha na água e segure por um minuto. Veja o que acontece.

- Enquanto realizam os experimentos cada grupo deverá anotar na ficha de observação/Diário de bordo (Tabela 2) qual propriedade da água se refere cada experimento. Para tal, podem utilizar a pesquisa sobre as propriedades da água (Tabela 1) feita em casa e, a partir da observação, discussão em grupo e pesquisa, chegarão às suas próprias conclusões.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA – ÁGUA **Ficha de observação/Diário de bordo**	
Grupo:	
Experimentos	**Propriedades da água**
Experimento 1	
Experimento 2	
Experimento 3	
Experimento 4	
Experimento 5	
Experimento 6	
OBS:	

Tabela 2. Ficha de observação/Diário de bordo.

3º aula

- A terceira aula será expositiva para a sistematização do conteúdo de água e suas propriedades. Serão utilizados os dados dos experimentos para a discussão e análise dos resultados e serão retomados os questionamentos dos blocos de perguntas e a ficha de observação/Diário de bordo (Tabela 2), relacionando-os com o cotidiano, contemplando, assim, a investigação e a participação de todos os estudantes.

4º aula

- Por fim, cada grupo receberá o segundo bloco de perguntas, onde terão que associar as perguntas iniciais com as propriedades da água existentes, porém, agora, de forma objetiva. Ao término, o professor fará questionamentos sobre os experimentos e a correção do segundo bloco de perguntas de forma interativa, onde os alunos expõem suas observações acerca do conteúdo e o professor os auxiliam na construção e reconstrução de conceitos.

Perguntas finais (2º bloco de perguntas):

1 - De manhã quando vamos à praia, num dia a 40 ºC de temperatura, a água está gelada e a areia muito quente, enquanto à noite observa-se o contrário: a areia está fria e a água está quente. Por que isso acontece?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

2 - Por que a água e o óleo não se misturam?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

3 - Por que quando tomamos banho quente o espelho do banheiro fica embaçado?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

4 - Por que a água que sai da torneira mal fechada fica em forma de gota quando cai?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

5 - Por que um sachê de chá dissolve melhor na água quente?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

6 - Por que alguns insetos conseguem andar sobre a água?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

7 - Ao colocarmos um ramo de rosa branca num copo com anilina colorida a rosa fica da cor da anilina. Por quê?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

8 - Por que o açúcar dissolve na água?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

9 - Por que em dias de frio sai uma fumaça da nossa boca quando conversamos?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

10 - Ao colocarmos a ponta de um guardanapo de papel na água ele absorve água. Por quê?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

11 - Para os filhotes das aves nascerem seus ovos precisam ser chocados, ou seja, aquecidos, por um período de incubação de 21 dias. Para isso, a temperatura ideal do ambiente deve variar entre 37,4 e 37,8°C, para que o embrião se desenvolva bem dentro do ovo. Se a galinha sai temporariamente do ninho para beber água e se alimentar o ovo continuará com sua temperatura constante. Por quê?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

12 - Por que colocar sal no gelo esfria rapidamente a bebida?

( ) Calor específico

( ) Capilaridade

( ) Movimento Browniano

( ) Mudanças de estados físicos

( ) Solvente universal (Polaridade)

( ) Tensão superficial

REFERÊNCIAS

BARRA, V. M.; LORENZ, K. M. **Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980**. Ciência e Cultura 38(12): 1970-1983, 1986.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. **A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências**. Estudos Avançados 32(94): 97-110, 2018.

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica**.** Fonte**:** https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610**.**

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 04

DOS SAIS MINERAIS ÀS VITAMINAS

INTRODUÇÃO

Os Sais Minerais, substâncias inorgânicas, assim como as Vitaminas, substâncias orgânicas, são substâncias essenciais na alimentação por não serem sintetizadas pelo organismo. São de suma importância para o bom funcionamento do metabolismo devido suas funções reguladoras. A abordagem dessas substâncias na disciplina de Biologia ocorre, geralmente, de forma muito discreta, através da elaboração de tabela informativa, onde geralmente são descritas a função, a carência e as fontes alimentares em que elas estão presentes, sem muito significado para o aluno. Segundo Duré; Andrade; Abílio (2018) “é válido perceber que quanto mais abstrato e distante da realidade, maiores as chances do estudante imaginar que está entendendo, sem de fato alcançar o entendimento real do que está sendo trabalhado na aula”. Pela necessidade de uma aprendizagem significativa e contextualizada, sugere-se esta atividade prática investigativa a partir de questões referentes à ação/função dos Sais Minerais e Vitaminas no organismo, estimulando o aluno, a partir de conhecimentos prévios e cotidianos, à compreensão das funções fisiológicas e a prevenção de doenças, pois segundo Giassi (2009) “uma educação contextualizada é uma forma de desenvolver a capacidade de pensar e agir de forma crítica e consciente do aluno”.

OBJETIVOS

- Identificar a função e a importância dos sais minerais e das vitaminas para o bom funcionamento do organismo.
- Compreender a necessidade da ingestão de sais minerais e vitaminas para os processos vitais.
- Permitir a compreensão e contextualização dos sais minerais e das vitaminas de forma significativa a partir de questões envolvendo funções presentes no próprio organismo.

MATERIAIS

- Perguntas norteadoras - sais minerais e vitaminas
- Tabela 1. Respostas das Perguntas Investigativas - sais minerais e vitaminas
- Tabela 2. Numerações referentes às perguntas
- Tabela periódica

Sugestão: Pedir que os alunos utilizem suas próprias tabelas periódicas.

PROCEDIMENTOS

Número de aulas: 2 aulas

Quantidade de alunos: 40

Sugestão para o professor: Pedir aos alunos que pesquisem alguns conceitos antes da aula prática investigativa como: ATP, Cofator, Coenzima, Equilíbrio hídrico, Antioxidante e Equilíbrio osmótico.

1º aula

- Dividir a turma em grupos (Sugestão: 6 grupos).
- Cada grupo receberá uma folha com as perguntas norteadoras, a tabela 1 com as respostas, a tabela 2 com as numerações referentes às perguntas e usará sua própria tabela periódica para pesquisa.
- Cada grupo terá que associar/identificar qual é a resposta de cada pergunta. Para isso, o grupo deverá recortar a numeração das perguntas (Tabela 2) e colar na resposta que o grupo achar correta (Tabela 1).
- O professor fará anotações dos questionamentos dos alunos num diário de bordo, questionará e instigará os alunos para a resolução de possíveis dúvidas.

Perguntas Norteadoras - Sais minerais e vitaminas

1 - A falta de qual elemento químico pode causar um tipo de anemia?

2 - O que são vitaminas hidrossolúveis?

3 - O que são vitaminas lipossolúveis?

4 - Qual elemento químico é importante para os atletas e está presente em grande quantidade na banana?

5 - Qual vitamina mulheres que desejam engravidar precisam tomar no início da gestação para evitar a má formação do cérebro do bebê?

6 - Qual elemento químico é essencial para a integridade de dentes e ossos?

7 - Qual vitamina é produzida pelo próprio corpo através da pele em exposição à radiação solar?

8 - Qual elemento químico é acrescentado na água, após o processo de filtração na estação de tratamento de água, ajudando a prevenir a formação de cárie dentária na população.

9 - Quando estamos gripados tomamos ou comemos alimentos ricos em qual vitamina?

10 - Qual elemento químico é conhecido por sua ação antimicrobiana, sendo também essencial para o equilíbrio osmótico e manutenção do pH sanguíneo?

11 - Qual vitamina é produzida pela nossa microbiota intestinal?

12 - Qual elemento químico é importante no equilíbrio hídrico, na condução dos impulsos nervosos e para a contração muscular.

13 - O Beribéri é uma doença nutricional que resulta em fraqueza muscular, problemas gastrointestinais e dificuldades respiratórias, sendo causado pela falta de qual vitamina no organismo?

14 - Qual elemento químico atua na regulação do humor sendo muito utilizado em casos de depressão e transtorno bipolar?

15 - Qual vitamina é conhecida por ser um potente antioxidante, responsável por eliminar os radicais livres, agentes que promovem o envelhecimento da pele, estando presente na composição de vários cremes corporais?

16 - Qual a função das vitaminas e dos sais minerais?

17 - Qual o grupo de nutrientes é classificado como substância inorgânica?

18 - Qual o grupo de nutrientes é classificado como substâncias orgânicas?

19 - Qual molécula se liga ao elemento químico Fe para transportar oxigênio?

20 - A falta de vitamina D na infância e adolescência gera amolecimento e enfraquecimento dos ossos, causando qual doença?

21 - A deficiência de qual elemento químico reduz a absorção e o metabolismo do cálcio no organismo causando ou agravando casos de osteoporose?

22 - Qual vitamina é essencial para a saúde da pele e da visão?

23 - Qual elemento químico é essencial para a formação de músculos e ácidos nucleicos (DNA e RNA)?

24 - Qual o nome dado à associação entre enzimas e sais minerais?

25 - Qual o nome dado à associação entre enzimas e vitaminas?

26 - O elemento químico Fósforo é essencial às células do corpo compondo as moléculas de DNA e RNA, além de estar intimamente relacionado à produção e liberação de energia na forma de qual molécula?

27 - O excesso de qual elemento químico na atmosfera contribui para o agravamento do efeito estufa?

28 - Qual elemento químico é essencial para os processos de respiração celular?

29 - Qual elemento químico está presente na vitamina B12, também chamada genericamente de Cobalamina, uma das formadoras das células vermelhas do sangue?

30 - A falta de qual elemento químico afeta as glândulas da tireoide e pode ocasionar o Bócio?

NOTA: ______________ Turma: _____________ Data: ___/___/___
Grupo: ____

Na^{+}	Raquitismo	Cofator	Vitamina K	I^{-}
K^{+}	Vitamina E ou Tocoferol	Sais minerais	Vitamina A (Retinol)	Ca^{+2}
ATP	Fe	Reguladora	N	C
Li^{+}	Coenzima	Mg^{+2}	Que se dissolvem em água.	F^{-}
B9 (Ácido Fólico)	Vitamina B (Tiamina)	Co	Vitamina C ou Ácido ascórbico	O^{-2}
Vitamina D ou Calciferol	Que se dissolvem em gordura (lipídio).	Cl^{-}	Hemoglobina	Vitaminas

Tabela 1. Respostas das Perguntas Investigativas - Sais Minerais e Vitaminas.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35										

Tabela 2. Numeações referentes às perguntas.

Sugestão para o professor: Ao invés de entregar as numerações da tabela 2 para os alunos recortarem e colarem, pode-se pedir que eles escrevam a numeração da pergunta na resposta em que acreditem ser a correta, porém, neste caso, pode haver

numerações repetidas.

Para o professor (Gabarito - Respostas)

1 - Fe

2 - Que se dissolvem em água.

3 - Que se dissolvem em gordura (lipídio).

4 – K^{+}

5 - B9 (Ácido Fólico)

6 – Ca^{+2}

7 - Vitamina D ou calciferol

8 – F^{-}

9 - Vitamina C ou ácido ascórbico

10 – Cl^{-}

11 - Vitamina K

12 – Na^{+}

13 - Vitamina B1 (tiamina)

14 – Li^{+}

15 - Vitamina E ou tocoferol

16 - Reguladora

17 - Sais minerais

18 - Vitaminas

19 - Hemoglobina.

20 - Raquitismo

21 - Mg

22 - Vitamina A ou retinol

23 - N

24 - Cofator

25 - Coenzima

26 - ATP

27 – C^{+4}

28 - O

29 - Co

30 - I

OBS: Nesta atividade somente foi inserido o número de NOX nos elementos que

possuem NOX fixo. Para os elementos que possuem NOX variado, o campo ficou em branco.

2° aula

- Na segunda aula ocorrerá o embasamento teórico, onde cada grupo será questionado em relação às suas respostas e o professor trará os questionamentos descritos no diário de bordo para a discussão e sistematização do conteúdo, fazendo referência à realidade e às funções fisiológicas e vitais do organismo. Com o uso do equipamento "data show" os alunos serão questionados para que reflitam sobre possíveis erros e acertos, levantem hipóteses e cheguem às suas próprias conclusões de forma dinâmica e atrativa.

REFERÊNCIAS

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. **Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano?** Experiências em Ensino de Ciências 13(1): 259-272, 2018.

GIASSI, M. G. A contextualização no ensino de biologia: abordagens preliminares. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009, 259f.

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica. Fonte: https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 05

CLASSIFICANDO OS ALIMENTOS DE ACORDO COM A QUANTIDADE DE NUTRIENTES

INTRODUÇÃO

A Bioquímica é a parte da Biologia que estuda os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos, processos esses que para ocorrerem contam com a presença das biomoléculas, componentes básicos de todas as células, vitaminas, carboidratos, lipídios e proteínas. Segundo Pessoa (2015), as biomoléculas "desempenham um importante papel para a manutenção da vida, não só na alimentação, mas também na estruturação, regulação, reprodução e proteção de organismos vivos". Esta aula prática investigativa consiste na identificação dos tipos de nutrientes contidos em maior quantidade nos alimentos consumidos no dia a dia, permitindo de forma contextualizada o resgate de conhecimentos prévios, onde a partir da discussão em grupo e do confronto de ideias há construção do conhecimento, conforme relato de Scarpa e Campos (2018) que descrevem que "os conhecimentos prévios são importantes para que os estudantes transformem as suas estruturas cognitivas e construam novos conhecimentos". Espera-se que ao final da aula prática investigativa os alunos consigam identificar quais são os principais tipos de nutrientes e em quais alimentos eles são encontrados. Vale ressaltar que o intuito desta atividade é enfatizar, apenas, as biomoléculas carboidratos, lipídios e proteínas.

OBJETIVOS

- Identificar os tipos de nutrientes encontrados em maior quantidade nos alimentos consumidos no dia a dia.
- Compreender a função e a origem de cada tipo de nutriente, assim como sua importância na saúde.
- Estimular a discussão em grupo e o resgate de conhecimentos prévios e a autoestima dos alunos.
- Permitir ao aluno o conhecimento das biomoléculas, em especial os carboidratos, lipídios e proteínas.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Tabela 1. Quantidade de nutrientes nos alimentos
- Figura 1. Lista de alimentos consumidos no dia a dia, sugeridos pelo professor
- Tabela 2. Grupos alimentares

- Figura 2. Grupos alimentares e pirâmide alimentar.
- Tabela 3. Níveis de alimentos - Função

PROCEDIMENTOS

Número de aulas: 2 aulas

Quantidade de alunos: 40

1° aula

1° Etapa (5 a 10 minutos) - Organizar os alunos em grupos e iniciar a aula com os seguintes questionamentos: Quais são os alimentos que vocês costumam consumir no café da manhã? Quais são os alimentos que vocês costumam consumir no almoço? Quais são os alimentos que vocês costumam consumir no café da tarde? Quais são os alimentos que vocês costumam consumir no jantar? Quais são os alimentos que vocês costumam consumir nos finais de semana? Quais são os alimentos que vocês mais gostam? Quais alimentos vocês ingerem quando vão para uma festa? Que alimentos vocês não gostam?

Sugestão para o professor: Exemplo de alimentos que o professor poderá enfatizar com os alunos: pão, leite, arroz, feijão, bife de hambúrguer, manteiga, maionese, torresmo, bife de boi etc. O professor irá controlar essa escolha (citação dos alimentos).

OBS: Os questionamentos devem ser feitos um de cada vez, dando tempo para os alunos responderem e para o professor anotar no quadro cada alimento abordado neste primeiro momento. Após os questionamentos deve-se fazer uma breve revisão sobre a diferença de alimentos e nutrientes e introduzir o conteúdo "Tipos de nutrientes".

2° Etapa (10 a 15 minutos) - Pedir para os alunos anotarem cada um dos alimentos numa folha em branco e os classificarem de acordo com a quantidade de nutrientes presentes em cada um deles. Quais nutrientes os alimentos possuem maior concentração? Carboidratos, lipídios ou proteínas? Para isso, peça que cada grupo construa uma tabela para facilitar a classificação (Tabela 1).

OBS: O professor pode entregar a tabela 1 impressa aos alunos ou pedir para que cada aluno construa a sua.

	Carboidratos	Lipídios	Proteínas
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Tabela 1. Quantidade de nutrientes nos alimentos.

Sugestão: Com o intuito de otimizar o tempo de aula o professor tem como opção, ao invés de questionar os alunos sobre os alimentos ingeridos no dia a dia, entregar uma tabela contendo vários alimentos consumidos pela população e, a partir dela, cada grupo terá que classificar os alimentos em carboidratos, lipídios e proteínas (Figura 1).

QUANTIDADE DE NUTRIENTES NOS ALIMENTOS		
Castanha do pará	Coco ralado	Chiclete
Óleo de coco	Margarina	Peixe
Queijo	Banha de porco	Amendoim
Amêndoas	Frango	Maionese
Ovo	Leite condensado	Pizza
Macarrão	Iogurte	Carne magra
Carne gorda	Pão	Doce de leite
Carne de churrasquinho	Glacê de bolo	Soja
Castanha de caju	Cerveja	Torresmo
Creme de leite	Refrigerante	Ricota
Bife de hambúrguer	Leite integral	Óleo de soja
Granola	Toucinho de porco	Azeite de oliva
Goiabada	Requeijão	Bala

Figura 1. Lista de alimentos consumidos no dia a dia sugeridos pelo professor.

3º Etapa (10 minutos) - Cada grupo deverá descrever dois critérios que usaram para classificar os alimentos em carboidratos, lipídios e proteínas.

1 - Cite dois critérios que o grupo utilizou para classificar os alimentos em carboidratos.

2 - Cite dois critérios que o grupo utilizou para classificar os alimentos em lipídios.

3 - Cite dois critérios que o grupo utilizou para classificar os alimentos em proteínas.

Sugestão para o professor: Questionar os alunos: O que o fez colocar os alimentos descritos na tabela 2 no grupo de carboidratos? O que eles têm em comum que fez você colocá-los no mesmo grupo? Pedir aos alunos para colocarem dois critérios que eles usaram. Ex: Carboidratos: Alimentos que possuem trigo; Alimentos de origem vegetal; Alimentos que engordam etc). Fazer o mesmo com os outros grupos de lipídios e proteínas.

4º Etapa (10 minutos) - Cada grupo irá receber uma imagem (Figura 1), referente à pirâmide alimentar e envelopes contendo dez grupos alimentares (Tabela 3). OBS: Os grupos alimentares devem estar destacados. Antes de entregar a imagem e os envelopes aos grupos, o professor deve fazer os seguintes questionamentos aos alunos.

O que é uma pirâmide alimentar? Vocês conhecem? Já ouviram falar?

O que ela representa?

O que cada degrau significa/indica?

Após os questionamentos, o professor pedirá aos alunos para colar na pirâmide qual seria a posição correta de cada grupo alimentar, indicando quais alimentos devem ser consumidos diariamente nas proporções adequadas.

HORTALIÇAS	**AÇUCARES E DOCES**
FRUTAS	**LEITE E DERIVADOS**
LEGUMINOSAS	**EXERCÍCIOS FÍSICOS**
ÓLEO E GORDURAS	**ÁGUA**
PÃES E TUBÉRCULOS	
ARNES E OVOS	

Tabela 2. Grupos alimentares.

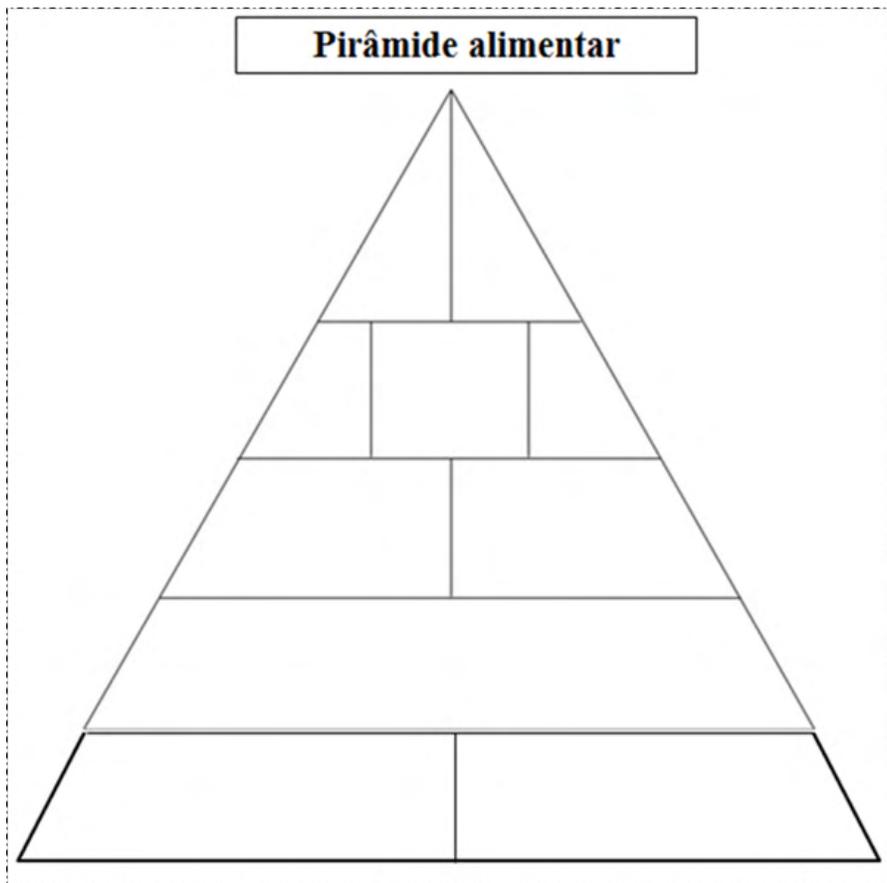



Figura 2. Pirâmide alimentar.

- Em seguida, o professor irá entregar aos alunos os quatro níveis de alimentos (Tabela 3) e cada grupo terá que classificar os grupos de alimentos indicados na pirâmide conforme a sua função no ser vivo. OBS: Se for preciso, pode-se fazer setas com lápis ou caneta.

Alimentos Energéticos	**Alimentos Construtores**
Alimentos Reguladores	**Alimentos Energéticos Extras**

Tabela 3. Níveis de alimentos - Função.

- Ao final da aula, pedir para os alunos elaborarem mapas conceituais sobre o conteúdo tipos de nutrientes (carboidratos, lipídios e proteínas) informando a função e a origem de cada um.

Sugestão para o professor: Orientar os alunos a fazerem todas as atividades escritas com caneta de tinta azul ou preta e ao final da aula pedir para cada aluno pesquisar, em casa, o que ele acertou e/ou errou fazendo um (V) nos acertos e um (X) nos erros. OBS: marcar com caneta de tinta vermelha os erros. Esses resultados serão discutidos na próxima aula.

2º aula

A segunda aula será expositiva para a sistematização do conteúdo tipos de nutrientes. Foi solicitado (ao final da primeira aula) que os alunos elaborassem mapas conceituais como pesquisa prévia do referido conteúdo e o professor fará questionamentos para a elaboração do mapa conceitual referente à função e origem dos tipos de nutrientes. Em seguida, haverá análise dos resultados, retomando questionamentos feitos na aula anterior sobre classificação, critérios, pirâmide alimentar, importância da alimentação saudável e equilibrada, contemplando, assim, a investigação, a descoberta e a participação de todos no processo de ensino aprendizagem.

Por fim, os alunos irão receber uma nova tabela referente a quantidade de nutrientes nos alimentos (Tabela 1) e deverão reclassificá-los, além de elaborar novos critérios para averiguar se a aprendizagem foi significativa.

REFERÊNCIAS

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica. Fonte: https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610.

PESSOA, A. C. C. Uma Proposta de Ensino Investigativo para Trabalhar Biomoléculas no Ensino Médio. Monografia (Licenciatura em Ciências Naturais), Faculdade UnB, Planaltina, Distrito Federal, 2015, 41f.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação**. Estudos avançados 32(94): 25-41, 2018.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 06

DECIFRANDO E ENTENDENDO O CÓDIGO GENÉTICO

INTRODUÇÃO

Os ácidos nucleicos são macromoléculas orgânicas constituídas por nucleotídeos, formando dois componentes importantes para as células, o DNA e o RNA, que se diferenciam pelo tipo de açúcar e pelas bases nitrogenadas. O DNA contém a informação genética que está codificada em código e para que a mensagem genética seja transmitida de geração em geração precisa-se decifrar esse código, que chamamos de código genético. Para que a informação genética seja expressa, a sequência de DNA é reescrita em RNA mensageiro, que é decodificada em trincas, chamadas de códons, que são lidas durante o processo de tradução formando cadeias polipeptídicas.

Em síntese, o código genético e a tradução mostram como a informação genética contida no RNAm pode determinar a sequência de aminoácidos de uma proteína e participar na formação do fenótipo de um organismo.

O termo código genético é percebido de forma equivocada por parte dos alunos devido às informações inadequadas e/ou superficiais, por vezes abordadas pela mídia (JUSTINA & LEYSER, 2000), onde o ensino-aprendizagem baseado na memorização dificulta ainda mais a compreensão de conceitos básicos de genética, confundindo o sentido de diferentes termos (BRAGA, 2011).

No Estado do Espírito Santo o conteúdo substâncias orgânicas - ácidos nucleicos e proteínas - é abordado no 1º ano do Ensino Médio no tema Bioquímica, onde os genes se perpetuam como ácidos nucleicos, mas se expressam na forma de proteínas. Esta atividade prática investigativa foi elaborada com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem no que tange a compreensão dos alunos no entendimento e reconhecimento funcional do código genético: O que é? Para que serve? O que representa?

Possui um enfoque superficial no processo de tradução, mas trabalha mais especificamente com os códons que determinam os aminoácidos que constituirão uma determinada molécula de proteína, dando ênfase ao código genético. Não iremos adentrar nos detalhes da síntese proteica, apenas no entendimento do código genético, considerado universal, ou seja, seu significado é o mesmo na maioria dos seres vivos, salvo algumas poucas exceções, como no código das mitocôndrias, leveduras e em alguns microrganismos.

Esta atividade busca romper paradigmas entre ensino tradicional e ensino moderno, uma vez que o ensino tradicional não é produtivo para aprendizagem do aluno, conforme relatado por Mangueira (2015) e Labarce, Caldeira e Bortolozzi (2009) quando descrevem que

> “um aluno desinteressado e desmotivado nunca será ativo no processo e, de acordo com essa premissa, não haverá qualquer construção cognitiva” (LABARCE; CALDEIRA; BORTOLOZZI, 2009).

Assim, faz-se necessário o uso de metodologias que os motivem, que despertem e agucem sua curiosidade e o prazer em aprender Bioquímica a partir da observação, pesquisa, discussão em grupo, raciocínio crítico, argumentação e socialização, como descrito por Caldeira e Araújo (2009) ao destacarem que “ao despertar a curiosidade e motivação dos alunos, podemos capacitá-los a estudar e pesquisar sozinhos”, sendo mais significativos se aprofundarmos em temas identificados como básicos do que trabalhar superficialmente com vários temas.

OBJETIVOS

- Diferenciar os tipos de ácidos nucleicos e sua composição.
- Conhecer a função dos ácidos nucleicos.
- Compreender o código genético.
- Reconhecer que moléculas de proteínas são formadas a partir da informação contida no material genético.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Perguntas norteadoras para pesquisas e discussão
- Bloco de perguntas
- Tabela 1. Código genético em branco como molde
- Tabela 2. Seis tirinhas referentes a fragmentos de DNA a serem transcritas e traduzidas

PROCEDIMENTOS

Número de aulas: 02

Quantidade de alunos: 40

1º aula - 1º Etapa

- Na primeira aula alguns questionamentos serão feitos aos alunos.

Perguntas norteadoras

1 - O que vocês pensam quando falamos na palavra código?

2 - Mas o que é um código?

3 - Quem geralmente usa códigos em nossa sociedade? E para que serve?

4 - Dê exemplos de códigos muito utilizados?

Após os questionamentos, o professor irá fazer um paralelo entre as informações coletadas e abordará a estrutura e composição dos ácidos nucleicos (DNA e RNA). É importante ressaltar que os ácidos nucleicos são formados por uma molécula de fosfato, uma molécula de açúcar e por bases nitrogenadas, que são representadas por letras, assim como num código. Será feita uma breve explanação referente ao processo de transcrição e tradução, onde o DNA carrega a informação para a formação de proteínas. Para que esses processos ocorram, primeiramente o DNA é transcrito em RNAm, molécula que contém códons, o qual será traduzido em uma cadeia polipeptídica. Para tal compreensão é necessário conhecer o código genético (Fig. 1).

Segunda Base

Primeira Base 5'	U	C	A	G	3' Terceira Base
U	UUU, UUC – Fenil-alanina UUA, UUG – Leucina	UCU, UCC, UCA, UCG – Serina	UAU, UAC – Tirosina UAA Stop codon UAG Stop codon	UGU, UGC – Cysteine UGA Stop codon UGG Tryptophan	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG – Leucina	CCU, CCC, CCA, CCG – Prolina	CAU, CAC – Histidina CAA, CAG – Glutamina	CGU, CGC, CGA, CGG – Arginina	U C A G
A	AUU, AUC, AUA – Isoleucina AUG Metionina start codon	ACU, ACC, ACA, ACG – Treonina	AAU, AAC – Asparagina AAA, AAG – Lisina	AGU, AGC – Serina AGA, AGG – Arginina	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG – Valina	GCU, GCC, GCA, GCG – Alanina	GAU, GAC – Ácido Aspártico GAA, GAG – Acido Glutâmico	GGU, GGC, GGA, GGG – Glicina	U C A G

Figura 1. Tabela do código genético.

Fonte: "Código genético" em *Só Biologia*. Virtuous Tecnologia da Informação, 2008-2020. Consultado em 04/06/2020. Disponível na Internet em: *https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia2/AcNucleico6.php*

LEMBRETE: O foco dessa atividade está no "código genético". Os detalhes do processo de duplicação do DNA, transcrição e tradução pode e deve ser abordado em

outra aula (Figura 2).

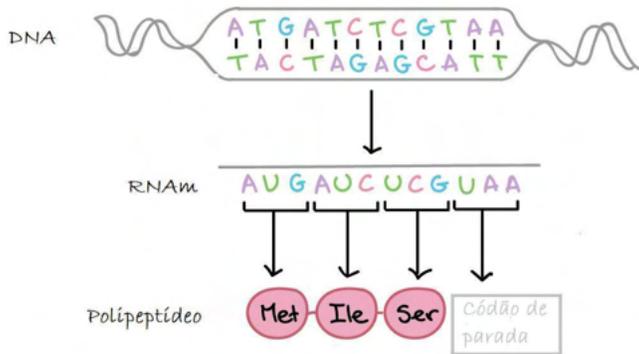



Figura 2. Processo de transcrição e tradução.

Fonte: https://pt.khanacademy.org/science/biology/gene-expression-central-dogma/central-dogma-transcription/a/intro-to-gene-expression-central-dogma.

PARA CASA:

Ao final da aula será passada uma pesquisa "para casa" com as seguintes perguntas:

2º Etapa - <u>Bloco de perguntas</u>

1 - O que são aminoácidos?

2 - O que são códons e anticódons?

3 - Diferencie aminoácido essencial de aminoácido não essencial. Quais são os aminoácidos classificados como essenciais e quais são os aminoácidos classificados como não essenciais? OBS: Escreva o nome e a sigla de cada um.

4 - Quantos aminoácidos existem ao todo?

5 - Quantos códons existem ao todo?

5 - O que é código genético?

6 - Por que se diz que o código genético é degenerado?

7 - O que significa dizer que o código genético é universal?

A pesquisa dessas perguntas servirá como base para o debate que será feito na última aula, após a realização da atividade prática.

2º aula

- Dividir a turma em grupos (sugestão: seis grupos) e, após, cada aluno do grupo

irá receber uma tabela do código genético (Tabela 2).

Montando o código genético					
2º base					
1º base	U	C	A	G	**3º base**
U					U
					C
					A
					G
C					U
					C
					A
					G
A					U
					C
					A
					G
G					U
					C
					A
					G

Tabela 1. Código genético em branco como molde.

O professor explicará o que é o código genético fazendo referência aos códigos citados pelos alunos, com base na pesquisa feita em casa e, em seguida, explicará como é feita a montagem do código genético, utilizando as bases nitrogenadas presentes no RNA. Pode-se comparar a montagem do código genético com uma matriz, conteúdo de matemática, possuindo dados na vertical e na horizontal. Tempo de execução: 10 minutos.

Neste instante cada integrante do grupo ajudará o colega na montagem do código genético.

OBS: Lembrar que na aula anterior já foi abordado o conteúdo DNA e RNA, quais são as bases nitrogenadas e como ocorre o pareamento. Nossa finalidade agora é chegar aos aminoácidos para, posteriormente, numa próxima aula, abordar o conteúdo proteínas.

Após o preenchimento do código genético, o professor instigará os alunos a relembrarem que a informação genética contida no DNA é transcrita em RNA e que após esse processo a informação (código) produzida será traduzida para aminoácidos e ao final, seu conjunto formará uma proteína.

Sugestão para o professor: O conteúdo substâncias orgânicas - "proteínas" - pode ser abordado antes ou após esta atividade prática investigativa, porém faz mais sentido sua abordagem a posteriori.

Depois de finalizada a montagem do código genético, o professor pedirá para os alunos pesquisarem nos livros e/ou na internet qual aminoácido corresponde a cada trinca e escreverem o nome ou a sigla de cada um na tabela 2. Tempo de execução: 10 minutos.

Neste momento o professor questionará os alunos sobre a pesquisa feita em casa e a reverem o bloco de perguntas. Espera-se que eles mesmos associem a pesquisa feita em casa com os resultados da aula.

QUESTIONAMENTOS FINAIS COM BASE NO CÓDIGO GENÉTICO:

- Quantos códons existem ao todo?
- Quantos aminoácidos existem?
- Por que apesar de existirem 64 códons só há 20 aminoácidos? Como chamamos esse processo?
- Você sabia que de 64 códons apenas 61 codificam aminoácidos? O que é codificar e decodificar?
- O que as letras do código genético representam? Elas servem para quê?
- Qual é a relação do código genético com a hereditariedade e com a formação de proteínas?

OBS: Se for aplicada no segundo ano do Ensino Médio, pode-se abordar e questionar sobre as mutações e as doenças gênicas, fazendo referência aos conteúdos de Genética.

Para finalizar, cada grupo receberá seis tirinhas correspondentes a fragmentos de DNA para fazer a transcrição e tradução do material genético (Tabela 3).

1 - Fragmento de DNA - Parte do gene da creatina
DNA (Molde): ____
RNAm: CCC - GCC - UAC
RNAt: ____
Proteína:

2 - Fragmento de DNA – Parte do gene da insulina
DNA (Molde): ____
RNAm: CCA - GAA - CAG - CUU - GUC - ACA
RNAt: ____
Proteína:

3 - Fragmento de DNA - Parte do gene do colágeno
DNA (Molde): ____
RNAm: CCA - GGA - UUC - GGG - CGG
RNAt: ____
Proteína:

4 - Fragmento de DNA - Parte do gene da albumina
DNA (Molde): ____
RNAm: GAA - UAA - UUC - UAC - CAA - ACC - UUU - GUA - UGA
RNAt: ____
Proteína:

5 - Fragmento de DNA - Parte do gene da queratina
DNA (Molde): _____________________________________
RNAm: CCA - CGA - AGA - ACA - AUA - CUA
RNAt: ____
Proteína:

6 - Fragmento de DNA - Parte do gene dos anticorpos
DNA (Molde): ____
RNAm: CAA - GUA - GAA - UGA - GGA - CUU - UUU
RNAt: ____
Proteína:

Tabela 2. Seis tirinhas de fragmentos de DNA a serem transcritas e traduzidas.

REFERÊNCIAS

BRAGA, E. H. S.; A Otimização do Aprendizado de Genética no Ensino Médio com o Currículo do Estado de São Paulo. Monografia (Departamento de Genética), Universidade Federal do Paraná, 2011, 25f.

CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. **Introdução à Didática da Biologia.** São Paulo: Escrituras Editora, 2009, 303p.

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica**.** Fonte**:** https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610**.**

JUSTINA, L. A. D.; LEYSER, R. V. Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”. Coletânea: São Paulo: 794-795, 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001097462>. Acesso em: 20 de jan. de 2020.

LABARCE, E. C; CALDEIRA, A. M. A. BORTOLOZZI, J. A atividade prática no ensino de biologia: uma possibilidade de unir motivação, cognição e interação. In: CALDEIRA, A. M. A. org. Ensino de ciências e matemática, II: temas sobre a formação de conceitos. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009, 287p.

MANGUEIRA, S. T. I. P. D. Importância do ensino de bioquímica para formação dos profissionais dos cursos de ciências biológicas e da saúde. Monografia (Curso Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, 2015, 60f.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 07

ENZIMANDO - O JOGO DAS ENZIMAS

INTRODUÇÃO

No corpo humano ocorrem várias reações químicas essenciais para a manutenção da vida, chamadas de metabolismo, onde os nutrientes que consumimos, por exemplo, são convertidos em outras substâncias por ação das enzimas. A regulação do metabolismo é fundamental para que um organismo possa se adaptar às variações fisiológicas e patológicas (GOMES, 2014). Enzimas são substâncias orgânicas proteicas com exceção das ribozimas, constituídas de RNA, que apresentam função catalítica, acelerando reações químicas e reduzindo a energia de ativação. As enzimas são altamente específicas aos seus substratos, catalisando apenas uma reação química sem ser consumida durante o processo. Esta especificidade se deve à existência, na superfície da enzima, de um local denominado sítio de ligação do substrato, que segundo o modelo do encaixe induzido proposto por Koshland-Némethy-Filmer nos anos 1960 é flexível (KOSHLAND-JR; NEMÉTHY; FILMER, 1996), sofrendo ligeiras mudanças conformacionais quando o substrato se aproxima dela.

Esta atividade prática investigativa tem como objetivo destacar a ação enzima-substrato-produto e sugere-se que seja aplicada antes da abordagem do conteúdo enzimas. Buscando o reconhecimento e entendimento da atividade enzimática, a partir de peças semelhantes a um quebra-cabeça, os alunos terão que identificar qual enzima se liga a qual substrato, a partir da experimentação e de perguntas norteadoras, visando o ensino por descoberta de forma mais atrativa e significativa e a compreensão do modelo do encaixe induzido.

Professor: Embora a atividade prática enzimando ilustra a enzima e o substrato como peças de um "quebra-cabeça", deve-se deixar bem claro aos alunos que as enzimas não são entidades rígidas e que sua flexibilidade é um dos fatores que permitem que moléculas estruturalmente semelhantes apresentem conformações e orientações relativas distintas no sítio de ligação do receptor e, em consequência, atividades e afinidades diferentes (VERLI & BARREIRO, 2005). Essa atividade permite a associação da relação enzimas-substrato, porém deve-se deixar bem claro que não há associação com o modelo chave-fechadura, uma vez, que não é um modelo aceito.

PERGUNTAS NORTEADORAS

1 - O que acontece se mergulharmos um pedaço de carne no abacaxi?

2 - O que acontece se colocarmos saliva em um pedaço de pão?

3 - O que acontece se cortarmos uma batata ou maçã e deixarmos em cima da

mesa?

4 - Por que as frutas ficam mais doces quando amadurecem?

5 - Por que um fruto colocado na geladeira pode ser conservado por mais tempo?

6 - Por que pessoas que são intolerantes à lactose passam mal ao tomar leite? Elas passam mal somente ao tomar leite?

OBJETIVOS

- Compreender o alto grau de especificidade das enzimas aos seus substratos.
- Entender como ocorre a atividade enzimática e qual sua finalidade no organismo.
- Relatar e diferenciar o modelo chave-fechadura proposto por Emil Fischer em 1894.

  e o modelo da teoria do encaixe induzido proposto por Koshland em 1960.
- Identificar a diversidade de enzimas e substratos.

MATERIAIS UTILIZADOS

6 Envelopes contendo 15 peças referentes a enzimas e 15 peças referente aos substratos (Figura 1)

6 Tabelas descritivas enzima-substrato-produto (Tabela 1)

6 folhas de papel ofício ou 6 folhas de papel A3

Caixa de lápis de cor

Sugestão para o professor: Realizar experimentos no início da atividade para observação e melhor compreensão dos alunos aos processos referentes às perguntas norteadoras, utilizando os materiais descritos, como suco de abacaxi, um pedaço de carne, pão, saliva humana, batata, maçã. Ao final da 1° aula instigar os alunos a responderem, a partir das observações, quais foram os resultados e o que aconteceu em cada amostra.

PROCEDIMENTOS

Número de aulas: 02

Quantidade de alunos: 40

1° aula

1° Etapa (Instruções)

1 - A turma será dividida em seis grupos

2 - Cada grupo receberá um envelope contendo 30 peças (enzima - substrato) (Figura1).

OBS: As peças estão divididas em peças maiores (referentes às enzimas) e peças menores (referentes aos substratos) onde as peças maiores se encaixam nas peças menores, uma vez que a maioria das enzimas é maior do que o substrato sobre o qual atua.

Professor: Os alunos não precisam saber desse fato inicialmente, pois eles terão que descobrir por si só a lógica desses encaixes. Ao final, o professor verificará se os alunos associam o processo à ação enzimática que ocorre no organismo.

3 - Cada grupo deverá analisar as peças contidas no envelope e relacioná-las umas com as outras.

OBS: O professor não precisa dizer aos alunos que eles devem encaixar uma peça na outra. Sugere-se que os alunos descubram sozinhos o que cada peça significa.

4 - Após, cada grupo deverá desenhar as peças numa folha de papel ofício ou A3, da forma em que relacionaram/agruparam umas às outras, e em seguida, deverá colorir cada uma das peças da forma que o grupo achar melhor. O professor não deve influenciar na escolha das cores.

2º Etapa

- Neste momento, os alunos receberão uma tabela descritiva onde terão que descrever o nome das peças maiores e o nome das peças menores (Tabela 1).

Tabela descritiva			
Nº	**(Parte maior)**	**(Parte menor)**	**Produto**
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Tabela 1. (Enzima-substrato-produto).

- Em seguida serão feitos alguns questionamentos iniciais (Quadro 1).

1 - Qual o critério o grupo utilizou para relacionar/agrupar uma peça na outra? **POSSÍVEIS RESPOSTAS:** Percebemos que as peças se encaixavam; Percebemos a semelhança entre os nomes. Por exemplo, a amilase se encaixa com o amido; As partes maiores terminam com o sufixo “ase”. 2 - Qual os critérios cada grupo utilizou para colorir as peças? **POSSÍVEIS RESPOSTAS:** Como observamos que as peças se encaixavam, pintamos as peças maiores de um tom escuro e as peças menores da mesma cor, porém, de um tom mais claro; Pintamos todas as peças maiores da mesma cor e todas as peças menores de outra cor; Pintamos aleatoriamente.

Quadro 1. Questionamentos iniciais.

OBS: Se o professor fez o experimento proposto como sugestão inicial, pedir aos alunos para observar, neste momento, o que aconteceu e discutir na próxima aula.

Atividade para casa: Cada grupo irá pesquisar qual o nome da parte maior, menor e qual foi o produto formado a partir desta interação/agrupamento e trazer na próxima aula.

2º aula

- Verificar as respostas da pesquisa feita em casa e fazer os questionamentos finais (Quadro 2).

3 - Essa atividade se refere a qual conteúdo de bioquímica? Por quê? **POSSÍVEIS RESPOSTAS:** Espera-se que os alunos identifiquem que a atividade prática é sobre o conteúdo enzimas. 4 - Qual o nome da parte maior, da menor e qual o produto formado? **Professor:** Neste momento, questionar os alunos sobre a especificidade das enzimas, do modelo chave-fechadura, aceito antigamente, e sobre o modelo da teoria do encaixe induzido, mais aceito atualmente, e suas diferenças. Para tal, alguns conceitos devem ser enfatizados, como: atividade enzimática, sítio ativo, complexo enzima-substrato. OBS: Explicar que as peças, como um quebra cabeça, foram uma forma lúdica de explicar a ação enzimática, porém o que ocorre é o modelo do encaixe induzido.

5 - O que são enzimas e qual a sua função? Qual a sua importância para o organismo? **Professor:** Pedir para os alunos observarem o que aconteceu com os experimentos feitos inicialmente. Abordar novamente as perguntas norteadoras. O que aconteceu? Por quê?

Quadro 2. Questionamentos finais.

- Neste momento será feita a argumentação teórica a partir dos questionamentos e da análise da atividade prática investigativa.

PEÇAS ENZIMAS-SUBSTRATOS

SACAROSE
SACARASE
PROTEÍNA
TRIPSINA
MALTOSE
MALTASE
AMIDO
AMILASE
PANCREÁTICA
LIPÍDIO
LIPASE
UREIA
UREASE

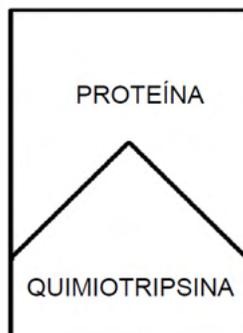
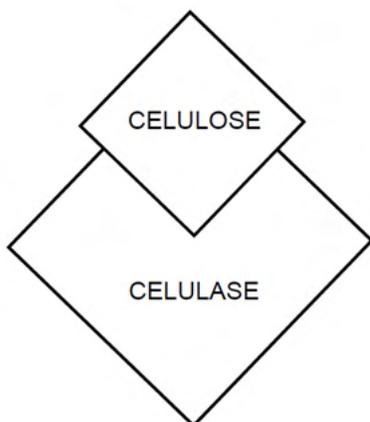
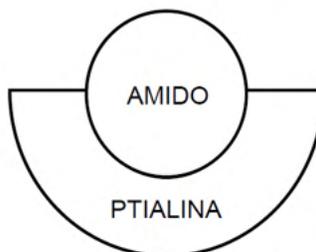
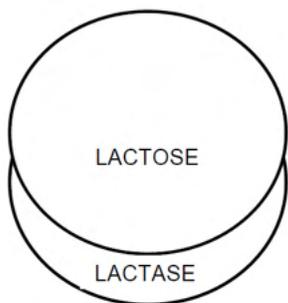
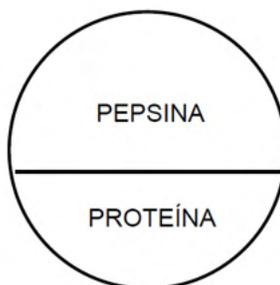
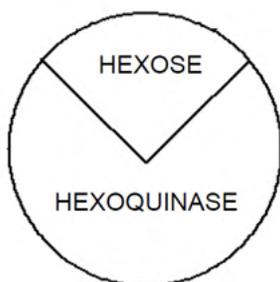
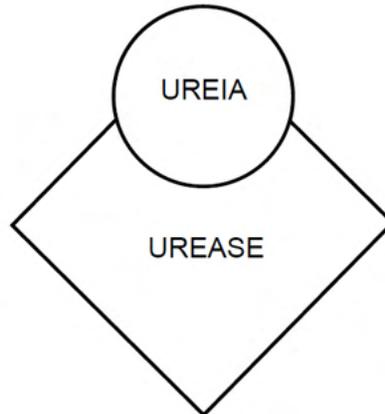
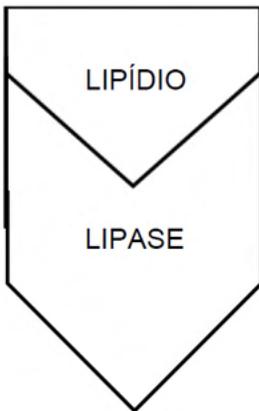
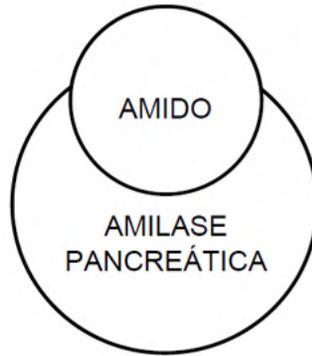
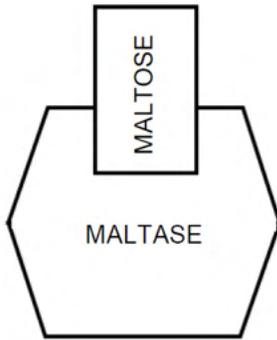
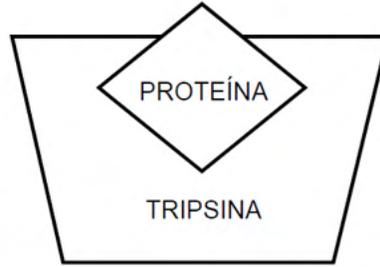
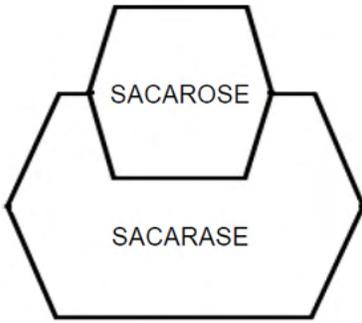
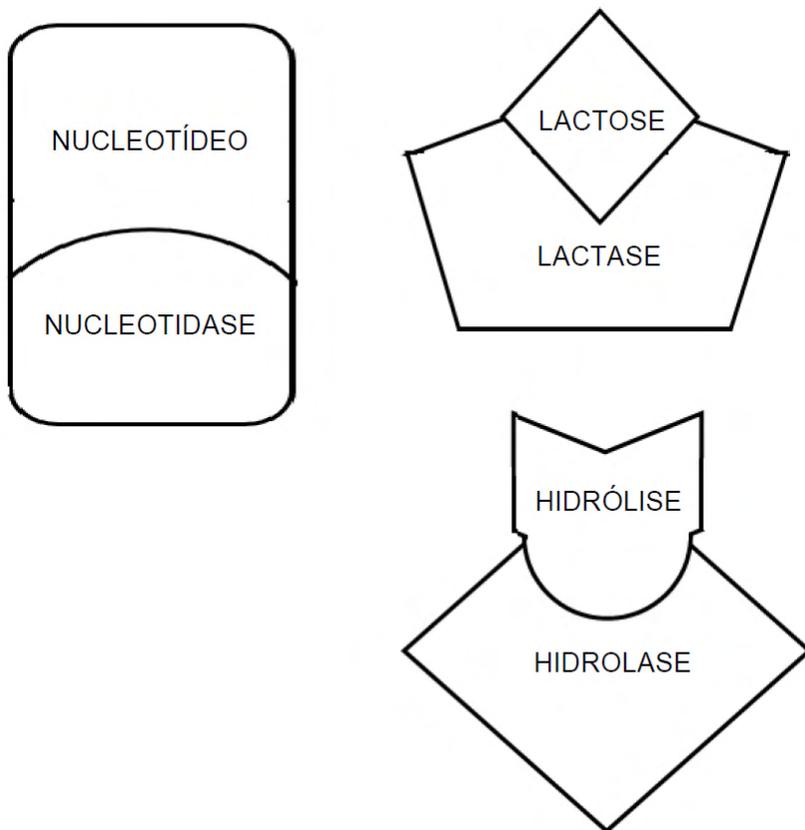



Figura 1. Peças enzimas-substrato.

REFERÊNCIAS

GOMES, C. W. C. Enzimas regulatórias no controle do metabolismo. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/49148854-Enzimas-regulatorias-no-controle-do-metabolismo-1.html>. Acesso em: 21 de set. de 2020.

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica**.** Fonte**:** https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610**.**

KOSHLAND JR.; NÉMETHY, G.; FILMER, D. **Comparison of experimental binding data and theoretical models in proteins containing subunits.** Biochemistry 5(1): 85-365, 1966.

VERLI, H.; BARREIRO, E. J. Um paradigma da química medicinal: a flexibilidade dos ligantes e receptores. Química Nova 28(1): 95-102, 2005.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA 08

CARA A CARA COM A BIOQUÍMICA

INTRODUÇÃO

A Bioquímica é um tema amplo, abstrato e de difícil compreensão pelos alunos, "peculiaridades que explicam sua aversão e dificuldade" (SILVEIRA & ROCHA, 2016; BERGAMASCHI, 2020). O ensino voltado a metodologias tradicionais, com atividades enfadonhas, seguidas de aulas expositivas, focadas na memorização, distancia ainda mais o aluno do processo de ensino aprendizagem e o desinteresse e a desmotivação contribuem para o fracasso escolar (KNÜPPE, 2006). Nesse contexto, novas metodologias educacionais se fazem necessárias e o ensino por investigação visa sanar essas adversidades.

A atividade "Cara a Cara com a Bioquímica" foi criada com o intuito de revisar os conteúdos bioquímicos abordados ao longo do processo de ensino aprendizagem, com o propósito de averiguar a aprendizagem dos alunos, assim como as habilidades cognitivas adquiridas usando o ensino por investigação como metodologia motivacional.

PERGUNTAS NORTEADORAS:

- Sabe-se que os seres vivos são formados por células e que seu conjunto forma tecidos, órgãos e sistemas. Mas, afinal, de quais substâncias as células são formadas?
- Unhas, cabelos, anticorpos, enzimas e melanina não são formados por células. São formados de quê, então? De qual substância?
- E a membrana plasmática de nossas células? De que é formada?

Sugestão para o professor: Neste momento, pode-se instigar os alunos a lembrarem o significado da palavra CHONPS.

Associar que substâncias orgânicas são compostas pela junção das substâncias inorgânicas, por meio das reações químicas.

Relembrar as biomoléculas de fosfolipídios, colesterol, proteínas de membrana, carboidratos que formam o glicocálix, parede celular e a reserva energética.

OBJETIVOS

- Revisar os conteúdos bioquímicos abordados ao longo do processo de ensino aprendizagem.
- Elaborar hipóteses que identifiquem as características bioquímicas.

- Estimular a curiosidade e interesse dos alunos, a partir de atividades que envolvam a discussão, análise e reflexão.

MATERIAIS

- Figura 1. 15 cartas hipóteses (Verso)
- Figura 2. 6 cartas hipóteses (Frente)
- Dois tabuleiros com 30 cartas bioquímicas cada, contendo informações bioquímicas iguais em cada lado.
- Figura 2. 27 cartas bioquímicas soltas, contendo as informações bioquímicas iguais às do tabuleiro.

PROCEDIMENTO:

Número de aulas: 2 aulas

Quantidade de alunos: 40 alunos

MATERIAIS PARA CONFECÇÃO DO JOGO (2 TABULEIROS)

- 1 cartolina (de qualquer cor)
- 1 pacote de folha de papel cartão ou papel A4 coloridos. Sugestão: pacote com 32 folhas.

Passo a passo:

1º. Pegue a cartolina e corte-a ao meio.

2º. Pegue o papel cartão colorido, faça as cartas bioquímicas (Figura 1) e cole-as na cartolina. Sugestão: faça 27 cartas de um tabuleiro de uma cor e 27 do outro tabuleiro de outra cor.

3º. Faça as cartas hipóteses de uma cor diferente e coloque uma interrogação na parte de trás, pois elas conterão as informações que o seu oponente tentará adivinhar.

Sugestão: Os tabuleiros podem ser confeccionados pelo professor ou pelos próprios alunos, em aula anterior e/ou em casa.

- Utilize a criatividade ao escolher e/ou utilizar as cores.

METODOLOGIA

1° aula

- A turma deve ser dividida em 10 grupos de 4 pessoas e a prática realizada em dupla, permitindo, dessa forma, o confronto de ideias entre as duplas.
- Cada dupla sentará em lados opostos de forma que fique frente a frente.
- Cada grupo irá receber dois tabuleiros e 14 cartas hipóteses.
- A carta bioquímica (Figura 1) ficará na posse do professor, que irá embaralhá-la em uma mesa.
- Para início do jogo, cada dupla deverá pegar com o professor, ou na mesa, uma carta bioquímica, sem que seu oponente veja.
- A dupla adversária terá que adivinhar que carta é essa.
- As equipes decidirão quem irá iniciar o jogo, tirando "par" ou "ímpar".
- As cartas hipóteses ficarão num monte entre os dois tabuleiros.
- Cada jogador/dupla pegará uma carta hipótese do monte, sem mostrá-la à dupla adversária.
- A carta hipótese deve ter perguntas cujas respostas sejam apenas "Sim" ou "Não".
- Quando as perguntas acabarem, os próprios alunos/duplas deverão elaborar suas próprias perguntas/hipóteses, utilizando conhecimentos específicos adquiridos durante a abordagem do conteúdo. Elaborar as próprias perguntas hipóteses possibilita às duplas uma contínua troca de informações, conferindo desafios a serem solucionados pela dupla adversária.
- O professor, como mediador, deve acompanhar este processo e pedir que cada dupla anote as hipóteses formuladas numa folha de papel A4, para socialização na segunda aula.
- A primeira dupla a jogar irá pegar uma carta hipótese do monte e perguntar a característica bioquímica para a dupla oponente. Por exemplo: "Tem função energética?".
- Se a resposta for sim, a dupla baixa todas as cartas que não contêm essa característica.
- Depois disso é a vez da outra dupla perguntar. As duas duplas devem se alternar entre perguntar e responder, até que alguém vença ao acertar a carta do adversário.
- O desafio do jogo é descobrir qual é a carta que está com o adversário. Para tanto, cada dupla fará, na sua vez, uma pergunta hipótese que deverá ser res-

pondida pela equipe adversária.

- Quando algum jogador/dupla, na sua vez de jogar, já souber qual carta está na mão do adversário, poderá lançar um palpite falando a palavra contida na carta. O jogador/dupla adversária confirma ou não o palpite emitido. Mas, cuidado, pois se a palavra estiver errada a dupla perderá o jogo!!!
- Vence o jogo a dupla que primeiro descobrir o nome da carta do adversário.
- Sugere-se que o jogo tenha duração de aproximadamente 15 minutos, tempo suficiente para duas partidas.
- - A primeira partida pode ser jogada apenas para a compreensão das regras e esclarecimento de dúvidas.

2º aula

Na segunda aula, para a sistematização do conteúdo, será feito um levantamento das hipóteses que foram criadas pelos alunos/dupla. Serão verificadas quais foram as percepções dos alunos em relação à atividade prática investigativa "Cara a Cara com a Bioquímica". Para tal, questionamentos serão feitos com o intuito de averiguar o grau de aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos bioquímicos.

Como a atividade proposta teve cunho revisional, pretende-se nesta aula verificar:

- Quais foram os maiores desafios dos alunos, assim como os assuntos mais confrontados que foram motivos de intrigas e/ou consenso entre eles.
- Detectar os conteúdos mais abordados nas hipóteses criadas pelos alunos.
- Averiguar quais hipóteses que as duplas sentiram mais dificuldade para descobrir e quais perguntas hipóteses poderiam ser feitas e não foram.
- Quais hipóteses contribuirão para o descarte do maior número de cartas.
- Qual foi a percepção dos alunos em relação a esta atividade prática como proposta revisional.

PERGUNTAS – CARTA HIPÓTESE

1 - Tem função energética?	2 - É um carboidrato?	3 - É um ácido nucleico?
4 - Tem função construtora?	5 - É um lipídio?	6 - É uma vitamina?
7 - Tem função de armazenamento?	8 - É uma proteína?	9 - Tem função reguladora?
10 - Transporta substâncias?	11 - É inorgânico?	12 - Está presente no sangue?

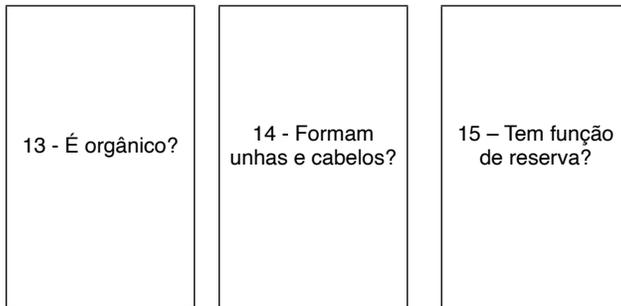



Figura 1. Cartas hipóteses (Verso).

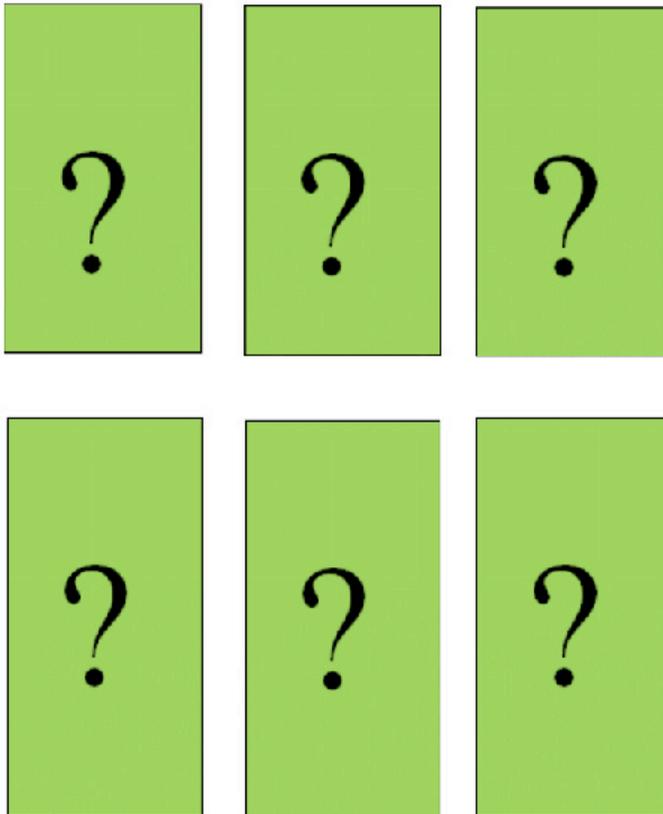



Figura 2. Cartas hipóteses (Frente).

QUITINA
RNA
AMIDO
RIBOSE
CELULOSE
DESOXIRRIBOSE
DNA
GLICOSE
SACAROSE
ALBUMINA E CASEÍNA

ENZIMAS
ANTICORPOS
HEMOGLOBINA
VITAMINAS
LDL E HDL
SAIS MINERAIS
CAROTENOIDE
ÁGUA
GLICOGÊNIO
ACTINA E MIOSINA

Figura 3. Cartas-bioquímicas.

REFERÊNCIAS

BERGAMASCHI, C. L.; BATISTA, L. S.; GONÇALVES, E. C.; PIRES, R. G. W.; MARTINS E SILVA, C.; RIBEIRO, J. N.; COITINHO, J. B. **Revisão de conteúdos do ensino médio aplicados à Bioquímica: uma experiência contra evasão e retenção.** Revista Docência do Ensino Superior 10(1): 1-18, 2020.

IMAGEM DO TÍTULO. Fundo de plantas com estrutura bioquímica**.** Fonte**:** https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/plants-background-biochemistry-structure-copy-space-1416502610**.**

KNÜPPE, L. **Motivação e desmotivação: Desafio para as professoras do Ensino Fundamental.** Educar em Revista 27(1): 277-290, 2006.

SILVEIRA, J. T.; ROCHA, J. B. T. **Produção científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de Bioquímica: uma revisão sistemática.** Revista de Ensino de Bioquímica 14(1): 7-21, 2016.

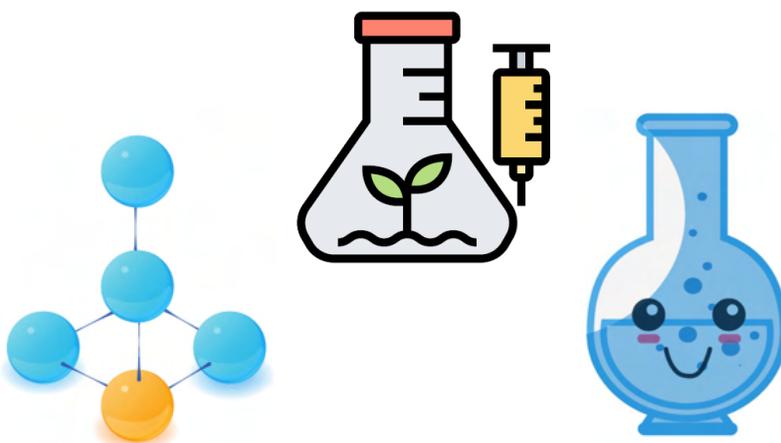
CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades práticas compostas neste manual podem ser adaptadas de acordo com a realidade da Escola. E por serem acessíveis, de baixo custo e dispender da existência de um laboratório de Ciências, podem ser aplicadas em qualquer escola do Brasil.

Cada atividade prática desse manual possui um viés investigativo e contribui para a autonomia do aluno em sala de aula e ao desenvolvimento de trabalho em grupo.

As atividades práticas valorizam a descoberta, a partir de observações, o estímulo ao raciocínio crítico, os questionamentos, a formulação de hipóteses e a construção do próprio conhecimento por meio de discussões e reflexões dos resultados.

As perguntas norteadoras trazem significado ao que se pretende descobrir, aproximam o conteúdo à realidade do aluno, tornam o ensino mais atrativo e interessante e possibilitam analisar os conhecimentos prévios e os adquiridos durante a realização das atividades práticas.

Os resultados das atividades práticas apresentadas comprovam sua eficácia como metodologia alternativa de ensino destinada aos professores de Biologia.

SOBRE OS AUTORES

ÉRICA DA CUNHA MACIEL MILANEZ - Mestre em Ensino de Biologia pelo Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO, 2020). É professora da educação básica das disciplinas de Ciências e Biologia da Rede Estadual do Espírito Santo.

DÉBORA BARRETO TERESA GRADELLA - Professora Associada do Departamento de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES - Campus São Mateus). Doutora em Análises Clínicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquisa Filho" (Unesp). Professora Colaboradora do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO).

MARCO ANTÔNIO ANDRADE DE SOUZA - Professor Associado do Departamento de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES - Campus São Mateus). Doutor em Ciências (Parasitologia) pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor Permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO).

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C